



TUGAS AKHIR - MO 141326

# ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PT. PETROKIMIA TERHADAP POLA ARUS DAN SEDIMENTASI

LISA JERRY SARASWATI

NRP. 04311440000010

Dosen Pembimbing

Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN

FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2018





**TUGAS AKHIR - MO 141326**

**ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PT.  
PETROKIMIA TERHADAP POLA ARUS DAN  
SEDIMENTASI**

**LISA JERRY SARASWATI**

**NRP. 04311440000010**

**Dosen Pembimbing**

**Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.**

**Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK KELAUTAN**

**FAKULTAS TEKNOLOGY KELAUTAN**

**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**

**SURABAYA**

**2018**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**FINAL PROJECT - MO 141326**

# **IMPACT ANALYSIS RECLAMATION OF PT. PETROKIMIA TO THE PATTERN OF CURRENT AND SEDIMENTATION**

**LISA JERRY SARASWATI**

**NRP. 04311440000010**

**Supervisor:**

**Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.**

**Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.**

**DEPARTEMENT OF OCEAN ENGINEERING**

**FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY**

**SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY**

**SURABAYA**

**2018**

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PT. PETROKIMIA TERHADAP POLA ARUS DAN SEDIMENTASI

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi  
Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

Lisa Jerry Saraswati

NRP. 04311440000010

Disetujui oleh:

1. Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.

(Pembimbing 1)

2. Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

(Pembimbing 2)

3. Haryo Dwito Armono, S.T., M.Eng., Ph.D.

(Penguji 1)

Surabaya, Juli 2018

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



# **ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PT. PETROKIMIA TERHADAP POLA ARUS DAN SEDIMENTASI**

**Nama Mahasiswa : Lisa Jerry Saraswati**  
**NRP : 04311440000010**  
**Departemen : Teknik Kelautan FTK-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.**  
**Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.**

## **ABSTRAK**

Reklamasi merupakan salah satu alternatif sebagai pengembangan daerah pesisir dan keterbatasan lahan yang ada di perkotaan. Dengan adanya reklamasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk kawasan perluasan lahan industri, pelabuhan atau pemukiman penduduk. Rencana reklamasi PT. Petrokimia untuk pengembangan lahan industrinya tersebut dikhawatirkan akan berdampak negatif terhadap pola arus dan sedimentasi di wilayah perairan pelabuhan PT Petrokimia. Dampak sedimentasi ini berpotensi mempengaruhi kedalaman pelabuhan PT. Petrokimia dan kanal *water intake* PT. Smelting. Apabila terjadi penumpukan sedimen di sekitar wilayah pelabuhan PT. Petrokimia akan mengalami pendangkalan dan mengganggu kegiatan *loading unloading* di pelabuhan serta kanal akan berakibat mesin pendingin PT. Smelting tidak dapat beroperasi dengan baik. Dalam Tugas Akhir ini, akan dilakukan analisis perubahan pola arus dan sedimentasi akibat adanya reklamasi di pelabuhan PT. Petrokimia dengan menggunakan *software* Delft3D. Dari hasil pemodelan didapatkan kecepatan arus yang terjadi di kawasan pelabuhan PT. Petrokimia sebelum dan sesudah adanya reklamasi mengalami perubahan. Sedangkan untuk laju sedimentasi pada kondisi eksisting yaitu 24,015 cm/bulan dan laju sedimentasi pada kondisi reklamasi yaitu 55,831 cm/bulan. Selisih volume sedimen antara kondisi eksisting dan sesudah reklamasi yaitu 326.869,3 m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci :** reklamasi, pola arus, sedimentasi, Delft3D, pemodelan numerik

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

# **IMPACT ANALYSIS RECLAMATION OF PT. PETROKIMIA TO THE PATTERN OF CURRENT AND SEDIMENTATION**

**Name** : Lisa Jerry Saraswati  
**NRP** : 04311440000010  
**Department** : Ocean Engineering FTK-ITS  
**Supervisors** : Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng.  
Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc.

## **ABSTRACT**

Reclamation is one of the alternatives as coastal development and limited land available in urban areas. With the reclamation can be utilized for expansion area of industrial land, port or residential. The reclamation plan of PT. Petrokimia for the development of its industrial land is feared to negatively impact the pattern of flow and sedimentation in the PT. Petrokimia port. This sedimentation impact has the potential to affect the depth of sea surface of PT. Petrokimia port and PT. Smelting water intake channel. In the event of a buildup of sediment around the port area of PT. Petrokimia resulted in sea surface siltation and disruption of loading unloading activities in ports and channels will result in PT. Smelting's refrigeration machine not working properly. In this final project, will be analyzed changes of current pattern and sedimentation due to reclamation at port of PT Petrokimia by using software Delft3D. The modeling results obtained current velocity occurred in the port of PT. Petrokimia with conditions before and after reclamation has changed. While for the sedimentation rate is 24,015 cm/month on the existing condition and 55,831 cm/month on condition after reclamation. The difference of the volume of sedimentation before and after reclamation is 326.869,3 m.

**Keywords:** Land reclamation, pattern of flow, sedimentation, Delft3D, numerical modelling

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan kesempatan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas Akhir ini berjudul “ANALISIS DAMPAK REKLAMASI PT. PETROKIMIA TERHADAP POLA ARUS DAN SEDIMENTASI”. Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi syarat menyelesaikan Studi Program Sarjana (S-1) di Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini terdapat kemungkinan terjadi kesalahan dan kekurangan baik dari segi materi maupun penyusunannya, maka dari itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran agar nantinya Tugas Akhir ini dapat menjadi lebih baik lagi. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu dan teknologi dalam bidang kelautan, serta bagi para pembaca dan terutama bagi penulis sendiri.

Surabaya, 2018

Lisa Jerry Saraswati

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak atas dukungan dan bantuannya dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, kesempatan, ilmu dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Orang tua penulis, yaitu Bambang Subiantoro dan Sukartini yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan moril dan materi serta selalu motivasi penulis dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr.Eng. Kriyo Sambodho, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing I penulis yang telah memberikan saran dan data-data untuk Tugas Akhir penulis dan telah membimbing penulis dalam proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr.Eng. Muhammad Zikra, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan mengajari penulis hingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
5. Ibu Silvianita, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama masa perkuliahan di Teknik Kelautan.
6. Teman – teman mahasiswa Teknik Kelautan angkatan 2014, yang selalu memberikan semangat, dukungan dan bantuan selama masa perkuliahan penulis.
7. Serta pihak-pihak lain yang tidak mungkin penulis sebut satu-persatu.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR .....	xi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Tujuan.....	3
1.4    Manfaat Penelitian.....	3
1.5    Batasan Masalah.....	3
1.6    Sistemtika Penulisan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI.....	7
2.1    Tinjauan Pustaka .....	7
2.2    Dasar Teori .....	8
2.2.1    Reklamasi.....	8
2.2.2    Arus .....	10
2.2.3    Pola Arus Pasang Surut.....	10
2.2.4    Pasang Surut.....	11
2.2.5    Sedimentasi .....	15
2.2.6    Transpor Sedimen .....	16

2.2.7	Karakteristik Sedimen .....	18
2.2.8	Hubungan Tegangan Geser dengan Angkutan Sedimen .....	21
2.2.9	Batimetri .....	22
2.2.10	<i>Software</i> Delft3D.....	23
2.2.11	Pemodelan Menggunakan <i>Software</i> Delft3D .....	23
2.2.12	Validasi Pemodelan .....	24
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....		27
3.1	Diagram Alir .....	27
3.2	Penjelasan Diagram Alir .....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....		31
4.1	Lokasi Penelitian.....	31
4.2	Pengumpulan dan Analisis Data .....	32
4.2.1	Peta Batimetri .....	32
4.2.2	Data Pasang Surut.....	33
4.2.3	Data Sedimen.....	34
4.3	Pemodelan Kondisi Eksisting .....	35
4.3.1	Digitasi <i>Land Boundary</i> .....	35
4.3.2	<i>Meshing Grid</i> .....	36
4.3.3	Data Kedalaman .....	36
4.3.4	Parameter Pemodelan Hidrodinamika .....	37
4.3.5	Hasil Pemodelan Hidrodinamika Eksisting.....	39
4.4	Simulasi Model Reklamasi .....	42
4.4.1	<i>Meshing Grid</i> .....	42
4.4.2	Analisis Pola Arus .....	43
4.5	Perbandingan Arus Sebelum dan Sesudah Reklamasi.....	45
4.6	Pemodelan Sedimentasi .....	46

4.6.1	Parameter Input Pemodelan .....	46
4.6.2	Analisis Volume dan Laju Sedimentasi .....	47
4.7	Perbandingan Sedimentasi Eksisting dan Reklamasi .....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		51
5.1	Kesimpulan.....	51
5.2	Saran .....	51
DAFTAR PUSTAKA .....		53
LAMPIRAN		

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi Daerah Studi PT Petrokimia.....	1
Gambar 2.1 Kegiatan Reklamasi di Wilayah Perairan.....	8
Gambar 2.2 Grafik Pasang Surut .....	12
Gambar 2.3 Tipe-Tipe Pasang Surut (Triatmodjo, 1999) .....	13
Gambar 2.4 Ilustrasi Transpor Sedimen di Dasar Laut.....	18
Gambar 2.5 Distribusi Ukuran Butiran (Liu, 2001).....	20
Gambar 2.6 Gaya Kerja pada Butiran saat di Dasar (Liu, 2001) .....	22
Gambar 2.7 Modul pada Delft3D .....	23
Gambar 2.8 (a) Sistem <i>Coordinate Spherical</i> dan (b) Sistem <i>Coordinate</i> .....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	27
Gambar 3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir.....	28
Gambar 4.1 Posisi Pelabuhan PT Petrokimia di perairan Selat Madura.....	31
Gambar 4.2 Lokasi daerah studi PT Petrokimia .....	31
Gambar 4.3 Peta Batimetri Daerah Studi.....	32
Gambar 4.4 Fluktuasi Muka Air Laut di Perairan Surabaya Pelabuhan yang Digunakan sebagai Data Input Pasang Surut .....	33
Gambar 4.5 <i>Land Boundary</i> Daerah Studi.....	35
Gambar 4.6 <i>Meshing Grid</i> pada Kondisi Sebelum Dilakukan Reklamasi.....	36
Gambar 4.7 Data <i>Depth</i> Pelabuhan PT Petrokimia (Setelah Diinterpolasi) .....	37
Gambar 4.8 Hasil Elevasi Muka Air Pemodelan .....	39
Gambar 4.9 Validasi Elevasi Muka Air Pemodelan dan Data Sekunder.....	40
Gambar 4.10 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Pasang .....	40
Gambar 4.11 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Surut.....	41
Gambar 4.12 <i>Meshing Grid</i> Kondisi Reklamasi .....	42
Gambar 4.13 Hasil Akhir <i>Grid</i> Kondisi Reklamasi .....	43
Gambar 4.14 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Pasang .....	44
Gambar 4.15 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Surut.....	45
Gambar 4.16 Pembagian Perhitungan Area pada Kondisi Setelah Reklamasi .....	47
Gambar 4.17 Kumulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Eksisting.....	48
Gambar 4.18 Kumulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Reklamasi.....	48

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa Komponen Harmonik Pasang Surut (Triatmodjo, 2009).....	15
Tabel 2.2 Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen (Triatmodjo, 1999).....	19
Tabel 2.3 Pedoman Interpretasi RMSE .....	25
Tabel 4.1 Detail Konstanta Astronomik Pasang Surut di Surabaya Pelabuhan....	34
Tabel 4.2 Desain Ketinggian Permukaan Air Laut dalam Satuan Meter. ....	34
Tabel 4.3 Data Sedimen .....	35
Tabel 4.4 Parameter Pemodelan Data Hidrodinamika .....	38
Tabel 4.5 Kecepatan Arus Kondisi Eksisting saat Pasang .....	41
Tabel 4.6 Kecepatan Arus Kondisi Eksisting saat Surut.....	42
Tabel 4.7 Kecepatan Arus saat Pasang pada Kondisi Reklamasi .....	44
Tabel 4.8 Kecepatan Arus saat Surut pada Kondisi Reklamasi .....	44
Tabel 4.9 Perbandingan Kecepatan Arus .....	45
Tabel 4.10 Parameter Pemodelan Sedimentasi .....	46
Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Sedimentasi.....	49
Tabel 4.12 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Reklamasi .....	49

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



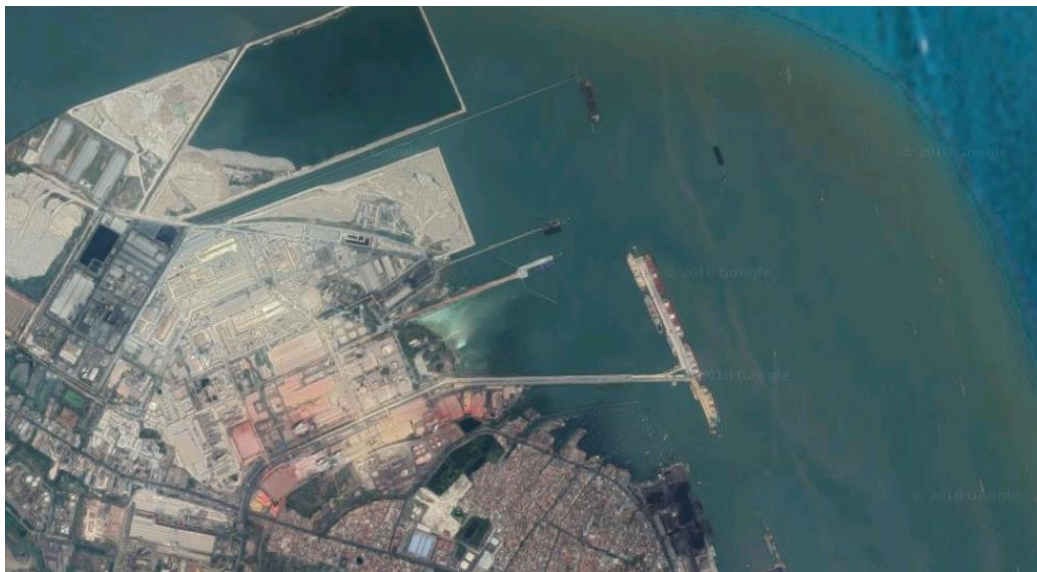
# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Semakin tinggi tingkat pertumbuhan penduduk menyebabkan ketersediaan lahan semakin berkurang. Lahan yang tersedia pada saat ini terbatas dan kondisinya harus dapat diubah menjadi lahan yang produktif. Dengan kondisi tersebut, memunculkan beberapa solusi untuk mencari atau membuat lahan baru dengan melakukan kegiatan reklamasi, terutama daerah strategis yaitu wilayah pantai. Pantai merupakan daerah strategis yang sering dimanfaatkan sebagai kawasan wisata, industri, pelabuhan, pemukiman penduduk, aktivitas perikanan atau tambak dan lain sebagainya.

Reklamasi adalah salah satu upaya yang dilakukan dalam mengatasi keterbatasan lahan tersebut. Reklamasi dapat diartikan suatu kegiatan penimbunan tanah dengan skala yang besar pada kawasan perairan atau pesisir pantai untuk membuat dataran baru. Reklamasi pada kawasan pantai ini diharapkan akan dapat meningkatkan dan memanfaatkan daerah-daerah yang dianggap kurang produktif. Namun pelaksanaan reklamasi juga dapat mempengaruhi kondisi keseimbangan pantai. Salah satunya fenomena hasil interaksi dinamika laut dan lingkungan sekitar akibat kegiatan reklamasi yaitu terjadinya proses sedimentasi.



Gambar 1.1 Lokasi Daerah Studi PT Petrokimia

(Sumber: Google Maps)

Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan material yang dapat terjadi akibat adanya aliran. Sedangkan transpor sedimen merupakan perpindahan material dari suatu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan ini berupa penambahan (*inflow*) atau pengurangan (*outflow*). Jika *outflow* lebih banyak daripada *inflow* maka akan terjadi erosi dan sebaliknya *outflow* lebih sedikit dibandingkan *inflow* maka akan terjadi akresi (Achmad, 2011). Dengan adanya sedimentasi tersebut dapat mengurangi fungsi pantai atau bangunan-bangunan pantai, seperti pengendapan di muara yang dapat mengganggu aliran sungai dan lalu lintas pelayaran, serta pengendapan di pelabuhan dan alur pelayaran (Triatmodjo, 1999). Proses-proses sedimentasi juga bersumber dari material yang terbawa arus kemudian berampur dengan mekanisme pasang surut.

PT. Petrokimia, Gresik merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi pupuk berstatus Badan Usaha Milik Negara (BUMN) yang terletak di Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur. Dalam kasus kali ini PT. Petrokimia akan melakukan kegiatan reklamasi untuk pengembangan lahan industri di wilayah pelabuhannya. Pembentukan daratan baru akibat pelaksanaan reklamasi di PT Petrokimia nantinya akan berpotensi memiliki beberapa masalah yang ditimbulkan diantaranya perubahan pola arus dan perubahan transfer sedimentasi di sekitar kawasan tersebut. Selain itu, dengan adanya reklamasi juga dapat berpotensi mempengaruhi kedalaman pelabuhan PT. Petrokimia dan kanal *water intake* PT. Smelting. Apabila terjadi penumpukan sedimen di sekitar wilayah pelabuhan PT. Petrokimia akan mengalami pendangkalan dan mengganggu kegiatan *loading unloading* di pelabuhan tersebut serta pendangkalan kanal akan berakibat mesin pendingin PT. Smelting tidak dapat beroperasi dengan baik.

Lokasi perencanaan reklamasi terletak pada wilayah pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Kawasan reklamasi pantai ini sebagaimana telah dijelaskan di atas merupakan kawasan hasil perluasan daerah pesisir pantai melalui rekayasa teknis untuk pengembangan kawasan baru yang dapat menyebabkan masalah erosi dan sedimentasi. Oleh karena itu perlu adanya kajian lebih mendalam tentang pola arus dan sedimen di daerah sekitar area reklamasi pelabuhan PT. Petrokimia Gresik. Pada Tugas Akhir ini akan membahas tentang pola arus dan sedimentasi setelah dilakukannya reklamasi yang berpotensi mengakibatkan perubahan

sebaran sedimentasi di luar kawasan reklamasi pantai dengan bantuan software Delft3D untuk pemodelan numerisnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dari Tugas Akhir ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pola arus yang terjadi akibat dampak dilakukannya rencana reklamasi di pelabuhan PT. Petrokimia?
2. Bagaimana pengaruh reklamasi terhadap perubahan sedimentasi di kawasan pelabuhan PT. Petrokimia?

## **1.3 Tujuan**

Berdasarkan permasalahan yang diangkat dalam Tugas Akhir ini, tujuan yang ingin dicapai adalah:

1. Mengetahui pola arus yang terjadi di kawasan PT. Petrokimia Gresik akibat dari dampak dilakukannya rencana reklamasi.
2. Mengetahui pengaruh reklamasi terhadap perubahan sedimentasi di kawasan PT. Petrokimia.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari hasil penulisan Tugas Akhir ini adalah memberikan gambaran informasi perubahan pola arus dan sedimentasi akibat rencana reklamasi yang dilakukan oleh PT. Petrokimia. Sehingga diharapkan dapat menjadi acuan dalam mempertimbangkan langkah-langkah pencegahan penanganan sedimentasi yang nantinya terjadi di sekitar kawasan pelabuhan PT. Petrokimia.

## **1.5 Batasan Masalah**

Untuk memfokuskan permasalahan dalam Tugas Akhir ini, maka perlu adanya batasan masalah dan asumsi – asumsi sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian difokuskan di daerah yang akan ditinjau yaitu kawasan pelabuhan PT. Petrokimia, Gresik.
2. Data yang digunakan dalam Tugas Akhir ini adalah data sekunder berupa data batimetri, sedimen dan pasang surut.

3. Analisis yang dilakukan hanya akibat pengaruh pasang surut terhadap pola arus dan sedimentasi.
4. Dalam Tugas Akhir ini hanya melakukan validasi pemodelan pasang surut.
5. Pemodelan dilakukan saat sebelum dan sesudah reklamasi di wilayah pelabuhan PT. Petrokimia tidak mendetail.
6. Pemodelan yang dilakukan secara dua dimensi.
7. Pemodelan dalam Tugas Akhir ini menggunakan *software* Delft3D untuk mengetahui pola arus dan sedimentasi akibat rencana reklamasi.

## **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdiri sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini menjelaskan tentang masalah yang melatar belakangi penelitian sehingga penting untuk dilakukan, rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini, tujuan dilakukannya penelitian, manfaat yang akan diperoleh dari pengerjaan Tugas Akhir ini, batasan masalah yang dilakukan dalam pengerjaannya, serta penjelasan sistematika laporan Tugas Akhir ini.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI**

Pada bab ini menjelaskan tentang apa saja yang menjadi acuan dalam pengerjaan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini, diantaranya: dasar teori yang digunakan, persamaan yang digunakan dalam pemodelan menggunakan *software*. Selain itu berisi tentang tinjauan-tinjauan dari hasil penelitian sebelumnya yang terkait dengan Tugas Akhir ini.

### **BAB III METODELOGI PENELITIAN**

Pada bab ini berisi metodologi yang digunakan dalam pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir. Penjelasan pemodelan yang dilakukan dalam penelitian tugas akhir juga dicantumkan dalam bab ini.

### **BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini membahas tentang pemodelan yang dilakukan dengan menggunakan *software* yang mendukung pengerjaan Tugas Akhir ini,

serta berisi analisis yang telah dilakukan, pengolahan dan serta membahas hasil yang telah didapat.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang kesimpulan yang telah didapatkan dari hasil analisis dan pembahasan serta saran yang perlu dilakukan untuk mengembangkan penelitian berikutnya.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Berisi referensi-referensi yang dipakai selama penelitian.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Reklamasi merupakan suatu proses membuat daratan baru sebagai alternatif pengembangan daerah pesisir dan keterbatasan lahan yang ada di perkotaan. Dalam perkembangan kawasan tersebut selanjutnya akan dimanfaatkan untuk pembangunan fasilitas industri, pelabuhan, pemukiman dan lain sebagainya. Namun pelaksanaan reklamasi juga dapat mempengaruhi kondisi keseimbangan pantai. Hal ini akan memiliki efek serius jika tidak diperhitungkan secara matang. Reklamasi di sekitar kawasan pantai atau di lepas pantai dapat dilaksanakan terlebih dahulu dengan memperhitungkan kelayakannya secara transparan dan ilmiah terhadap seberapa besar dampak kerusakan lingkungan akibat reklamasi. Salah satunya fenomena hasil interaksi dinamika laut dan lingkungan sekitar akibat kegiatan reklamasi yaitu terjadinya proses sedimentasi.

Transpor sedimen merupakan perpindahan material dari suatu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan ini berupa penambahan (*inflow*) atau pengurangan (*outflow*). Jika *outflow* lebih banyak daripada *inflow* maka akan terjadi erosi dan sebaliknya *outflow* lebih sedikit dibandingkan *inflow* maka akan terjadi akresi. Selanjutnya transpor sedimen terjadi dalam tiga tahapan, yaitu teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya material nonkohesif dari dasar laut, perpindahan material secara horizontal serta pengendapannya (Achmad, 2011). Adanya sedimentasi tersebut dapat mengurangi fungsi pantai atau bangunan-bangunan pantai, seperti pengendapan di muara yang dapat mengganggu aliran sungai dan lalu lintas pelayaran, serta pengendapan di pelabuhan dan alur pelayaran (Triatmodjo, 1999).

Sejumlah penelitian tentang dampak reklamasi terhadap perubahan sedimentasi dan pola arus sudah dilakukan sebelumnya. Cahyadi (2009) melakukan analisa tentang laju sedimentasi akibat rencana reklamasi di Teluk Lamong di dapatkan kesimpulan bahwa terdapat penambahan volume sedimen akibat adanya reklamasi di Kawasan Wisata Bahari dan Pelindo. Serta terdapat pengurangan sedimen sejumlah 1176655,98 m<sup>3</sup> jika dilakukan pembuatan alur

pada pulau di muara Kali Lamong. Penelitian dari Bambang (2011) tentang dampak reklamasi terhadap morfologi dan laju sedimentasi telah dilakukan di pantai Surabaya. Penelitian tersebut membahas tentang pola arus dan transpor sedimen yang terjadi setelah reklamasi. Selain itu juga untuk mengetahui volume sedimentasi sebelum dan sesudah dilakukan reklamasi. Dengan bantuan *software* MIKE 21 didapatkan hasil keadaan sedimentasi setelah reklamasi tidak terlalu signifikan.

Dari penelitian tersebut maka penulis akan menganalisa tentang dampak reklamasi namun menggunakan *software* dan lokasi studi yang berbeda. Sehingga kita dapat mengetahui laju sedimentasi dan pola arus yang terjadi dari dampak reklamasi tersebut.

## **2.2 Dasar Teori**

### **2.2.1 Reklamasi**

Reklamasi merupakan suatu proses pembuatan daratan baru dengan menimbun tanah pada wilayah perairan sebagai salah satu alternatif pengembangan daerah pesisir. Definisi reklamasi pantai menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.40/PRT/M/2007 adalah kegiatan di tepi pantai yang dilakukan oleh orang dalam rangka meningkatkan manfaat sumber daya lahan ditinjau dari sudut lingkungan dan sosial ekonomi dengan cara pengurukan, pengeringan (*polder*) atau drainase.



Gambar 2.1 Kegiatan Reklamasi di Wilayah Perairan  
(Sumber: Google.com)



Berdasarkan modul terapan pedoman perencanaan tata ruang kawasan reklamasi pantai dalam Aristantya (2015), kawasan reklamasi dibedakan menjadi beberapa tipologi berdasarkan fungsinya yakni meliputi kawasan perumahan dan pemukiman, kawasan perdagangan dan jasa, kawasan industri, kawasan pariwisata, kawasan ruang terbuka (publik, RTH lindung, RTH binaan, ruang terbuka tata air), kawasan pelabuhan, kawasan bandara, kawasan *mixed-use*, dan kawasan pendidikan. Selain berdasarkan fungsinya, kawasan reklamasi juga dibagi berdasarkan luasan dan lingkupnya sebagai berikut:

- Reklamasi besar, yaitu kawasan reklamasi dengan luasan  $> 500$  ha dan mempunyai lingkup pemanfaatan ruang yang sangat banyak dan bervariasi.
- Reklamasi sedang, merupakan kawasan reklamasi dengan luasan  $100 - 500$  ha dan lingkup pemanfaatan ruang yang tidak terlalu banyak.
- Reklamasi kecil, kawasan reklamasi dengan luasan  $< 100$  ha dan hanya memiliki beberapa variasi pemanfaatan ruang.

Reklamasi sering dilakukan pada kawasan pantai, di daerah sungai, rawa-rawa ataupun di danau. Metode pengerjaan reklamasi terbagi menjadi tiga sistem sebagai berikut:

- a. Sistem timbunan. Metode yang digunakan yaitu dengan menimbun area perairan sampai elevasi permukaan lahan berada di atas muka air laut paling tinggi sesuai desain.
- b. Sistem pengeringan. Pelaksanaan sistem pengeringan yaitu dengan cara mengeringkan perairan yang akan dilakukan reklamasi dengan memompakan air yang berada didalam tanggul ke atas air yang selanjutnya akan dibuang keluar dari area yang akan di reklamasi.
- c. Sistem drainase. Sistem ini dipakai umumnya pada daerah pesisir yang datar dan relatif rendah dari wilayah sekitarnya tetapi elevasi muka tanah daerah tersebut masih lebih tinggi dari elevasi muka air laut.

Permasalahan yang mungkin dihadapi pada pengerjaan reklamasi pantai baik saat pelaksanaan maupun kondisi jangka panjang yaitu stabilitas timbunan yang rendah, penurunan konsolidasi yang besar dalam waktu yang panjang, abrasi dan pencemaran lingkungan laut sekitar (Wicaksono, 2014).

### 2.2.2 Arus

Arus merupakan suatu pergerakan massa air dari satu tempat ke tempat yang lain disebabkan oleh tiupan angin atau pergerakan dari pasang surut air laut (Nontji, 1993). Arus terjadi karena adanya proses pergerakan massa air menuju kesetimbangan yang menyebabkan massa air mengalami perpindahan secara horizontal dan vertikal. Gerakan tersebut merupakan resultan dari beberapa gaya yang bekerja dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Arus laut (*sea current*) adalah gerakan massa air laut dari satu tempat ke tempat lain baik secara vertikal maupun secara horizontal. Arus dapat dikelompokkan berdasarkan pembangkitnya sebagai berikut (Pond, 1993):

- Angin, dimana arus yang terjadi akibat faktor angin akan mempunyai kecepatan yang berbeda-beda sesuai dengan kedalamannya.
- Pasang surut, disebabkan adanya gaya tarik menarik antara bumi dan benda-benda di angkasa. Gerakan arus pasang surut terjadi secara horizontal.
- Turbulensi, gerakan pada lapisan batas air dan terjadi karena adanya gaya gesek antar lapisan tersebut.

Gelombang yang menjalar ke arah pantai membawa massa air dan momentum dalam arah penjalaran gelombang. Adanya transpor massa dan momentum akan menimbulkan arus di dekat pantai. Di pantai dapat terjadi sirkulasi sel tergantung dengan topografi daerahnya. Komponen sirkulasi sel adalah transpor massa air ke arah darat yang terjadi sewaktu gelombang pecah, arus sejajar garis pantai dan *rip current*. *Rip current* ini yang menyebabkan terbawanya sedimen pantai. Sedimen yang terangkut ini yang disebut transpor sedimen sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999).

### 2.2.3 Pola Arus Pasang Surut

Disamping arus karena debit, juga bekerja arus akibat dari pasang surut pada aliran sungai. Gerak vertikal naik turun permukaan air laut karena pasang surut pada wilayah perairan dan interaksinya dengan batas – batas perairan tempat pasang surut. Tersebut terjadi menimbulkan gerak badan air ke arah horizontal. Permukaan air laut selalu berubah-ubah tiap saat karena gerakan pasang surut, keadaan ini juga terjadi di tempat – tempat sempit seperti teluk dan selat, sehingga

menimbulkan arus pasang surut (*tidal current*). Gerakan arus pasang surut dari laut lepas yang merambat keperairan pantai akan mengalami perubahan. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu berkurangnya kedalaman (Mihardja *et al.* 1994).

Menurut Poerbandono dan Djunasjah (2005), arus pasang surut mempunyai sifat bergerak dengan arah yang saling bertolak belakang. Arah arus saat pasang biasanya bertolak-belakang dengan arah arus saat surut. Kecepatan arus pasang surut minimum terjadi saat pasang atau surut. Pada saat tersebut terjadi perubahan arah arus pasang surut. Kecepatan arus pasang surut maksimum terjadi pada saat antara pasang dan surut. Dengan demikian periode kecepatan arus pasut akan mengikuti periode pasut.

Gerak vertical naik turun permukaan air laut karena pasang surut pada wilayah perairan dan interaksinya dengan batas-batas perairan tempat pasang surut. Tersebut terjadi menimbulkan gerak badan air kearah horizontal. Batas-batas perairan tersebut dapat berupa dinding (pantai dan kedangkalan) dan lantai dasar. Istilah arus pasang surut kemudian diberikan pada fenomena ini yang merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasang surut (Damerianne, 2013).

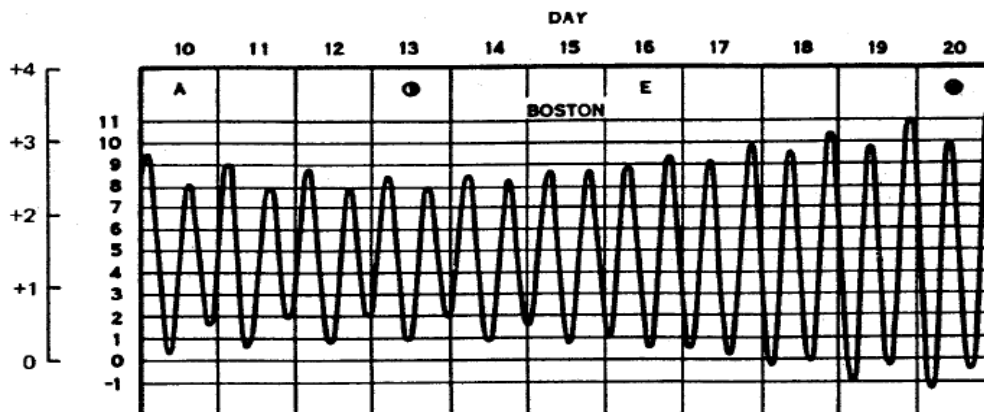
#### **2.2.4 Pasang Surut**

Pasang surut merupakan fenomena perubahan muka air laut dalam masa periode yang pendek secara periodik yang diakibatkan oleh gaya tarik menarik dari benda – benda di langit (Garrison, 2006 dalam Kalay, 2008). Menurut Triatmodjo (1999) pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik benda-benda di langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Meskipun massa bulan jauh lebih kecil dari massa matahari, tetapi karena jaraknya terhadap bumi jauh lebih dekat, maka pengaruh gaya tarik bulan terhadap bumi lebih besar daripada pengaruh gaya tarik matahari.

Pengaruh gravitasi benda-benda langit terhadap bumi tidak hanya menyebabkan pasang surut laut, tetapi juga menyebabkan perubahan bentuk bumi (*bodily tides*) dan atmosfer (*atmospheric tides*). Pasang surut purnama (*spring tide*) terjadi ketika bumi, bulan, dan matahari berada dalam suatu garis lurus. Pada

saat itu akan dihasilkan pasang yang sangat tinggi dan surut yang sangat rendah. Pasang surut ini terjadi pada saat bulan baru dan bulan purnama. Pasang surut perbani (*neap tide*) terjadi ketika bumi, bulan dan membentuk sudut tegak lurus. Perubahan pasang surut seiring dengan perubahan posisi diantara matahari, bulan dan bumi (Poerbandono, 2005). Pada saat itu akan dihasilkan pasang yang rendah dan surut yang tinggi. Pasang surut perbani terjadi pada saat bulan  $\frac{1}{4}$  dan  $\frac{3}{4}$ .

Selain itu, terdapat beberapa faktor lain yang dapat mempengaruhi variasi pasang surut di suatu perairan, meliputi topografi dasar laut, kedalaman laut, resonansi, gesekan, lebar selat, bentuk teluk dan lain sebagainya. Sehingga setiap lokasi memiliki bentuk pasang surut yang tidak sama. Di suatu daerah dalam satu hari dapat terjadi satu kali atau dua kali pasang surut.



Gambar 2.2 Grafik Pasang Surut

(Sumber: Shore Protection Manual, 1984)

Tipe pasang surut ditentukan oleh frekuensi air pasang dengan surut setiap harinya. Hal ini disebabkan karena perbedaan respon setiap lokasi terhadap gaya pembangkit pasang surut. Selain itu secara kuantitatif, tipe pasang surut perairan dapat ditentukan dengan perbandingan antara amplitudo unsur pasang surut tunggal utama dengan amplitudo unsur pasang surut ganda utama. Perbandingan ini dikenal sebagai bilangan Formzahl. Formula bilangan Formzahl sebagai berikut:

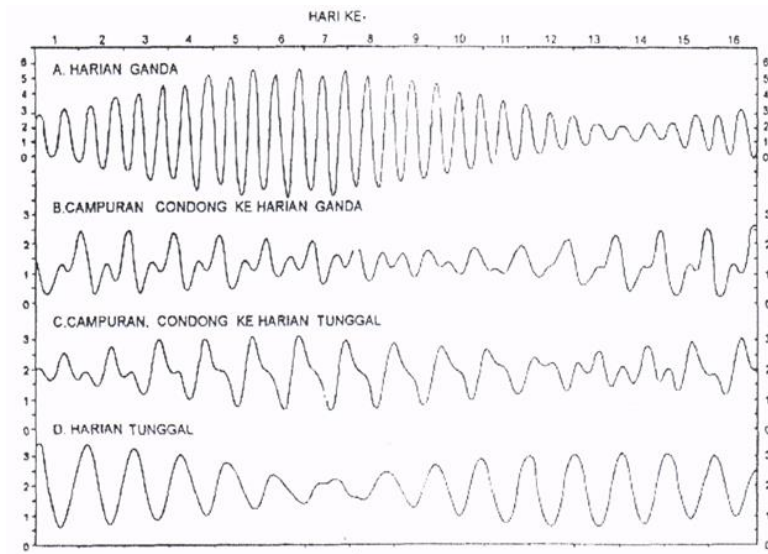
$$F = \frac{K_1 + O_1}{M_2 + S_2} \quad (2.1)$$

dimana,

F = bilangan Formzahl

K1 dan O1 = konstanta pasang surut harian utama

M2 dan S2 = konstanta pasang surut ganda utama



Gambar 2.3 Tipe-Tipe Pasang Surut (Triatmodjo, 1999)

Tipe pasang surut tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) dengan  $F \leq 3,00$ .  
Pada pasang surut ini terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut. Periode pada pasang surut ini 24 jam – 50 menit. Biasanya terjadi di laut sekitar khatulistiwa.
- b. Pasang surut harian ganda (*semi-diurnal tide*) dengan  $F \leq 0,25$ .  
Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Biasanya terdapat pada perairan yang sempit. Tipe ini terdapat di Selat Malaka hingga Laut Andaman.
- c. Pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*) dengan  $0,25 \leq F \leq 0,50$   
Merupakan pasang surut yang terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dalam sehari tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut tipe ini terdapat di Pantai Selatan Jawa dan Indonesia bagian timur.
- d. Pasang surut campuran condon ke harian tunggal (*mixed tide prevailing diurnal*) dengan  $0,5 \leq F \leq 3,00$

Pada tipe ini dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang sangat berbeda. Terdapat di Pantai Selatan Kalimantan dan Pantai Utara Jawa Barat.

Mengingat elevasi di laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman dalam perencanaan pelabuhan. Beberapa elevasi tersebut adalah sebagai berikut:

- Muka air tinggi (*high water level*), muka air tertinggi yang dicapai pada saat air pasang dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air rendah (*low water level*), kedudukan air yang dicapai pada saat air surut dalam satu siklus pasang surut.
- Muka air tinggi rerata (*mean high water level*), adalah rata-rata dari muka air tinggi selama periode 19 tahun.
- Muka air rendah rerata (*mean low water level*), adalah rata-rata dari muka air rendah selama periode 19 tahun.
- Muka air laut rerata (*mean sea level*), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.
- Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*), adalah air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. Atau air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
- Muka air rendah terendah (*lowest low water level*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati. Atau air terendah dari dua air rendah dalam satu hari.
- *Highest Astronomical Tide (HAT)/ Lowest Astronomical Tide (LAT)*, adalah permukaan laut tertinggi atau terendah yang dapat diramalkan terjadi di bawah pengaruh keadaan meteorologis rata-rata dan kombinasi keadaan astronomi. Permukaan ini tidak akan dicapai pada setiap tahun. HAT dan LAT bukan permukaan laut yang ekstrim yang

dapat terjadi, *storm surges* mungkin saja dapat menyebabkan muka laut yang ekstrim yang dapat menyebabkan muka laut yang lebih tinggi dan lebih rendah. Secara umum permukaan di atas air dapat dihitung dari peramalan satu tahun. Harga HAT dan LAT dihitung dari data beberapa tahun.

Menurut Triatmodjo (2009) pasang surut merupakan gelombang teratur yang dibentuk oleh komponen-komponen harmonik yang merupakan komponen utama pada pasang surut, komponen utama tersebut adalah memiliki amplitudo, frekuensi, periode, dan fase. Komponen-komponen tersebut dipengaruhi oleh keadaan geografis pada daerah tersebut. Ada banyak komponen pasang surut, akan tetapi yang memberikan dampak pengaruh yang signifikan hanya beberapa komponen. Tabel 2.1 menunjukkan beberapa komponen pasang surut.

Tabel 2.1 Beberapa Komponen Harmonik Pasang Surut (Triatmodjo, 2009)

Jenis	No	Simbol	Periode (jam)	Keterangan
Semi diurnal (ganda)	1	M2	12.42	Bulan utama
	2	S2	12	Matahari utama
	3	N2	12.66	Elips bulan besar
	4	K2	11.97	Bulan matahari
Diurnal (tunggal)	5	K1	23.93	Matahari bulan
	6	O1	25.82	Bulan utama
	7	P1	24.07	Matahari utama
Long period (periode panjang)	8	M0	327.86	Bulan dua mingguan

### 2.2.5 Sedimentasi

Pantai, muara dan sungai merupakan wilayah yang sering terjadi sedimentasi. Sedimentasi merupakan suatu proses pengendapan material yang dapat terjadi akibat adanya aliran. Media pengendapan pada proses sedimentasi bermacam-macam. Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen

yang tinggi di lingkungan pantai. Proses sedimentasi berlangsung terus selama terdapat suplai muatan sedimentasi tersebut (Demerianne, 2013). Menurut asalnya sedimen dibagi menjadi 4 macam, yaitu (Munandar, 2014) :

- Sedimen *lithogenous*, ialah sedimen yang berasal dari sisa pelapukan (*weathering*) batuan dari daratan, termasuk yang berasal dari kegiatan vulkanik.
- Sedimen *biogenous*, ialah sedimen yang berasal dari organisme laut yang telah mati dan cangkang-cangkang tanaman maupun hewan mikro.
- Sedimen *hydrogenous*, yakni sedimen yang berasal dari komponen kimia air laut dengan konsentrasi yang kelewat jenuh sehingga terjadi pengendapan (deposisi) didasar laut, contohnya Mangan (Mn) berbentuk nodul, fosforite ( $P_2O_5$ ), dan glauconite (hidro silikat yang berwarna kehijauan dengan komposisi yang terdiri dari ion-ion K, Mg, Fe dan Si).
- Sedimen *cosmogenous*, sedimen yang berasal dari luar angkasa dimana partikel dari benda-benda angkasa ditemukan di dasar laut dan banyak mengandung unsur besi sehingga mempunyai respons magnetik dan berukuran antara 10-640  $\mu$ .

Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai. proses sedimentasi berlangsung terus selama suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi (Demerianne, 2013). Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, atau pengendapan sedimen/pelumpuran pada alur pelabuhan atau muara adalah beberapa contoh permasalahan yang berkaitan dengan sedimen transport. Pengetahuan mengenai sedimen transport ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Sehingga dengan pemahaman tingkat/kecepatan sedimen transport, kemungkinan untuk perubahan garis pantai dapat diketahui sebelumnya dan pengaruhnya terhadap bangunan-bangunan buatan dapat diminimumkan (Achmad, 2011).

#### **2.2.6 Transpor Sedimen**

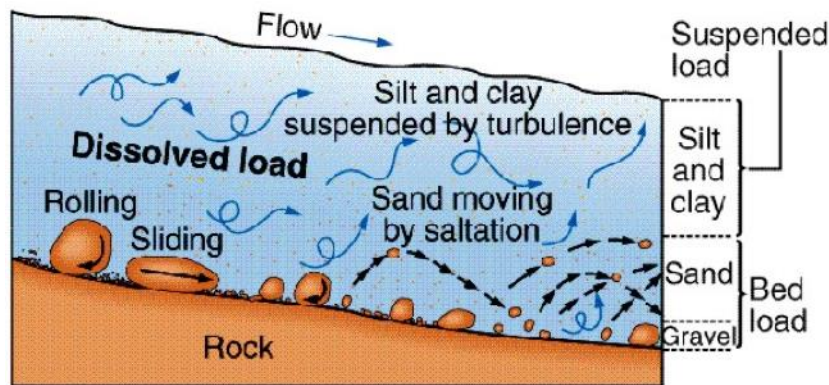
Transpor sedimen pantai adalah gerak sedimen di daerah pantai yang disebabkan oleh arus yang ditimbulkan oleh gelombang (Triatmodjo, 1999).



Daerah yang dipengaruhi oleh transpor sedimen adalah antara garis pantai hingga diluar daerah gelombang pecah. Transpor sedimen pantai dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu transpor menuju dan meninggalkan pantai (*onshore-offshore transport*) dan transpor sepanjang pantai (Triatmodjo, 1999). Transpor sedimen pantai inilah yang akan menentukan terjadinya sedimentasi atau erosi di daerah pantai.

Menurut Triatmodjo (1999) transpor sedimen secara fisik dipengaruhi oleh interaksi-interaksi antara pasang surut, angin, arus, gelombang, jenis dan ukuran sedimen, serta adanya bangunan di daerah pantai. Pada umumnya transpor sedimen dikelompokkan menjadi tiga yaitu:

- *Bed load*, merupakan partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.
- *Suspended load*, merupakan sedimen yang melayang pada umumnya lumpur dan lempung. *Suspended Load* terjadi saat kecepatan partikel secara horizontal lebih besar daripada kecepatan endap partikel tersebut sehingga partikel sedimen terangkat mengikuti aliran turbulensi dan sulit untuk jatuh atau mengendap.
- *Wash load*, adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong pada material tersebut.



Gambar 2.4 Ilustrasi Transpor Sedimen di Dasar Laut

(Sumber: Google.com)

Tahapan dalam proses transpor sedimen dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Material kohesif teraduk dari dasar hingga tersuspensi, atau terangkutnya material sedimen non-kohesif dari dasar laut.
- Perpindahan material secara horizontal.
- Jatuhnya/pengendapan kembali material sedimen
- Dan masing-masing tahapan tergantung pada gerakan air dan karakteristik sedimen yang terangkut. Pada daerah pesisir, transpor sedimen terjadi akibat kombinasi energi gelombang dan arus. Gelombang lebih bersifat mengangkat material dan mengaduknya, sedangkan arus lebih bersifat memindahkan material ke tempat lain. Hal ini juga bisa terjadi sebaliknya (Pratikto, A., & Suntoyo, 1996).

## 2.2.7 Karakteristik Sedimen

Selain dari pergerakan sedimen tersebut juga sangat penting untuk mengetahui karakteristik dari sedimen itu tersebut. Karakteristik sedimen adalah ukuran partikel dan distribusi butir sedimen, rapat massa, bentuk, kecepatan endap, tahanan terhadap erosi dan sebagainya. Dari berbagai sifat diatas, ukuran butiran adalah aspek paling penting (Triatmodjo, 1999).

### 2.2.7.1 Ukuran Partikel Sedimen

Ukuran partikel sangat penting dalam menentukan tingkat pengangkutan sedimen ukuran tertentu dan tempat sedimen tersebut terakumulasi di laut. Ukuran partikel sedimen dapat mempengaruhi besar atau kecilnya kemungkinan sedimen

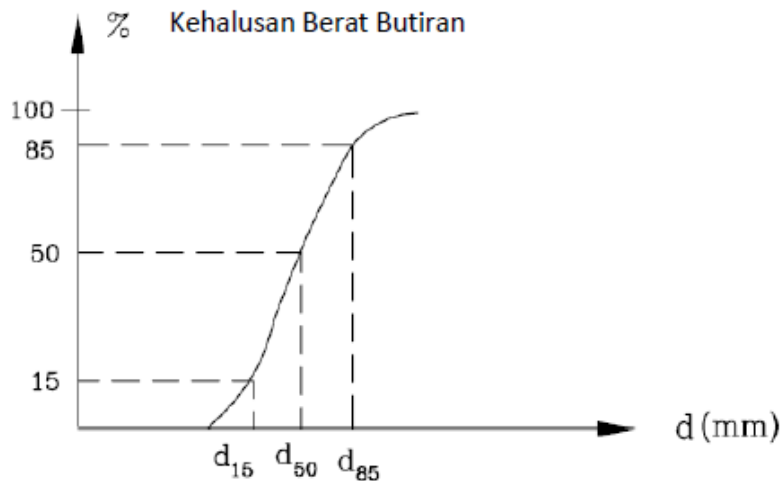
tersebut dapat mengalami erosi atau abrasi. Sehingga akan mempengaruhi terhadap proses transport sedimen.

Ada 4 faktor yang mempengaruhi ukuran butir sedimen, yaitu: <sup>1)</sup> daerah asal sedimen, <sup>2)</sup> perbedaan jenis partikel sedimen, <sup>3)</sup> ketahanan partikel dari bermacam-macam komposisi, <sup>4)</sup> jenis proses yang berperan dalam transportasi dan deposisi sedimen (Munandar dkk., 2014). Ukuran butir sedimen inilah yang mengklasifikasikan sedimen menjadi lumpur, pasir, kerikil, koral (*pebble*), *cobble* dan batu (*boulder*).

Tabel 2.2 Klasifikasi Ukuran Butir dan Sedimen (Triatmodjo, 1999)

Klarifikasi		Diameter Partikel (mm)
Batu		256
<i>Cobble</i>		128
Koral ( <i>Pebble</i> )	Besar	64
	Sedang	32
	Kecil	16
	Sangat Kecil	8
Kerikil		4
Pasir	Sangat Besar	2
	Besar	1
	Sedang	0.5
	Halus	0.25
	Sangat Halus	0.063
Lumpur	Kasar	0.031
	Sedang	0.015
	Halus	0.0075
	Sangat Halus	0.0037
Lempung	Kasar	0.0018
	Sedang	0.0009
	Halus	0.0005
	Sangat Halus	0.0003

Distribusi ukuran sedimen biasanya dianalisis dengan saringan dan dipresentasikan dalam bentuk kurva presentase berat kumulatif (Triatmodjo, 1999). Metode yang digunakan dalam analisis distribusi ukuran butiran yaitu menggunakan analisis *sieve*.



Gambar 2.5 Distribusi Ukuran Butiran (Liu, 2001)

#### 2.2.7.2 Rapat Massa

Rapat massa ( $\rho$ ) adalah massa tiap satuan volume yang merupakan fungsi dari komposisi mineral. Untuk material kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan. Konsentrasi endapan dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Rapat massa selama periode pengendapan adalah konstan. Namun, pada waktu tertentu rapat massa naik dengan cepat dan kemudian sampai nilai maksimal (Triatmodjo, 1999).

#### 2.2.7.3 Kecepatan Endapan

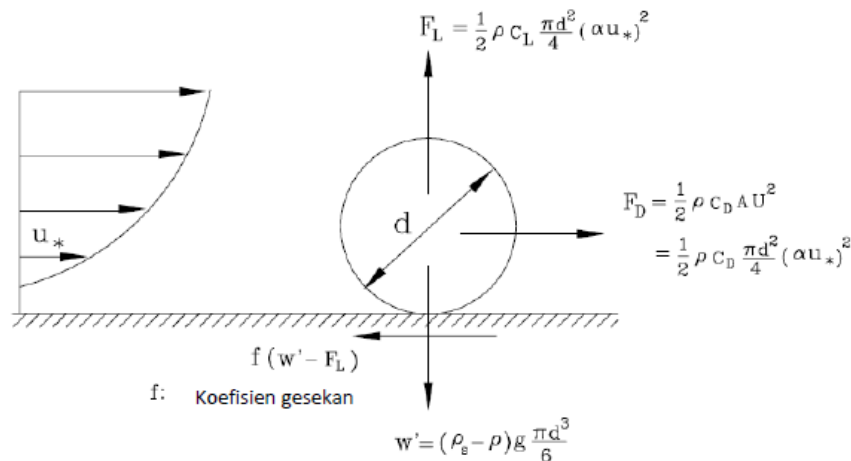
Kecepatan endap (*settling velocity*) merupakan kecepatan yang diperlukan oleh partikel sedimen untuk dapat terdeposisi di dasar sungai. Konsentrasi sangat mempengaruhi kecepatan endap, semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi pula kecepatan endapnya. Ketika butiran jatuh di perairan yang tenang, akan diperoleh kecepatan konstan pada saat gaya tarik ke atas fluida sama dengan berat butiran yang jatuh ke bawah. Kecepatan konstan tersebut didefinisikan sebagai kecepatan endapan (kecepatan jatuh butiran).

Untuk sedimen non kohesif, kecepatan endap dihitung dengan rumus stokes yang tergantung pada rapat massa sedimen, viskositas air, dimensi dan bentuk partikel sedimen. Untuk sedimen jenis ini kecepatan endap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, konsentrasi sedimen suspensi dan diameter partikel. Konsentrasi sedimen suspensi merupakan parameter paling penting dalam proses flokulasi, yaitu fenomena dimana resultan gaya permukaan yang bekerja pada partikel sedimen adalah dominan gaya tarik, maka partikel akan berkumpul dan membentuk kumpulan sedimen yang disebut flokon dengan dimensi yang lebih besar dari pada partikel sedimen individu (DHI, 2007).

### 2.2.8 Hubungan Tegangan Geser dengan Angkutan Sedimen

Menurut Triatmodjo (1999) untuk mempelajari proses transport sedimen kecepatan partikel air didekat dasar dinyatakan dalam bentuk tegangan geser dasar ( $\tau_b$ ). Kecepatan partikel air didekat dasar atau yang dinyatakan dalam bentuk tegangan geser tersebut berusaha untuk menarik sedimen dasar. Sedimen dasar memberikan tahanan yang dinyatakan dalam bentuk tegangan kritis ( $\tau_c$ ) atau kecepatan kritis ( $\bar{U}_{cr}$ ). Kedua parameter tersebut tergantung pada sifat sedimen dasar seperti diameter, bentuk, dan rapat massa sedimen untuk sedimen non-kohesif (pasir).

Apabila kecepatan yang terjadi akibat pasang surut di dekat dasar kecil maka tegangan geser dasar juga kecil. Partikel sedimen tidak bergerak karena kemampuan tahanan sedimen atau tegangan kritis lebih besar dari tegangan dasar ( $\tau_b < \tau_c$ ). Sebaliknya apabila kecepatan aliran semakin besar maka tegangan dasar akan semakin besar, sampai pada kecepatan tertentu sedimen akan mengalami keadaan kritis, yaitu keadaan antara diam dan bergerak ( $\tau_b = \tau_c$ ). Bila kecepatan bertambah sedikit saja, maka hal tersebut akan menyebabkan sedimen bergerak maju-mundur sesuai dengan gerak partikel air. Semakin bertambahnya kecepatan menyebabkan gerak sedimen semakin bertambah. Pada fase ( $\tau_b > \tau_c$ ) maka sedimen yang terjadi disebut transpor sedimen (*bed load*).



Gambar 2.6 Gaya Kerja pada Butiran saat di Dasar (Liu, 2001)

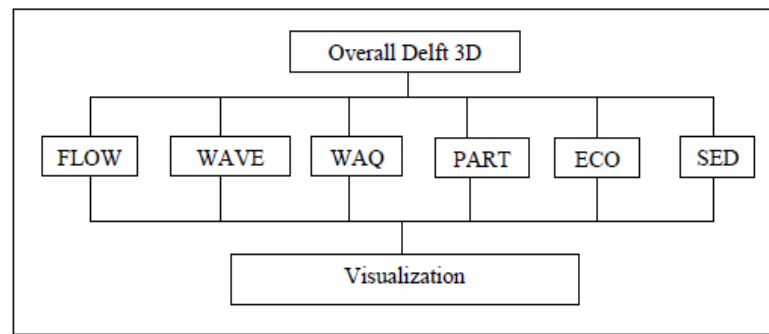
Dengan semakin bertambahnya kecepatan didekat dasar gerak partikel sedimen semakin kuat dan kemudian sedimen akan membentuk *ripple*, yaitu dasar laut bergelombang kecil dengan puncaknya tegak lurus arah gelombang. Dengan terbentuknya *ripple* akan meningkatkan turbulensi, dan partikel akan terangkat dalam bentuk suspensi. Transpor sedimen dalam bentuk suspensi diatas dasar disebut transpor sedimen suspensi. Apabila gerak air semakin cepat, *ripple* akan menghilang dan terjadi transpor massa dimana suatu lapis dengan tebal tertentu terangkut dalam bentuk transpor sedimen dasar dan suspensi.

### 2.2.9 Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi dasar samudera atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau daratan dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*) dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri dapat diartikan dengan peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi maupun 3 dimensi. Peta batimetri sangat berguna pada saat melakukan pekerjaan di laut, seperti perencanaan bangunan pelindung pantai, studi tentang proses morfologi pantai, pembangunan pelabuhan dan lain-lain (Wahyuni, 2014).

### 2.2.10 Software Delft3D

Delft3D merupakan *software* yang dikembangkan oleh Deltares sebagai program simulasi atau pemodelan hidrodinamika multi dimensi (2D atau 3D) yang berfungsi sebagai simulasi kondisi di daerah pesisir, sungai dan muara. *Software* ini dapat menyimulasikan arus, transport sedimen, gelombang, kualitas air, perkembangan morfologi, dan ekologi pada daerah pantai. Bagian – bagian dalam Delft3D dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.7 Modul pada Delft3D

Delft3D terdiri dari beberapa sistem dan fungsi yaitu:

Delf3D – FLOW : simulasi arus, tsunami, pasang surut, aliran sungai dan banjir.

Delf3D – WAVE : perambatan gelombang

Delf3D – WAQ : kualitas air pada daerah *far-field*

Delf3D – PART : kualitas air dan gerakan partikel pada daerah *midfield*

Delf3D – ECO : pemodelan ekologi

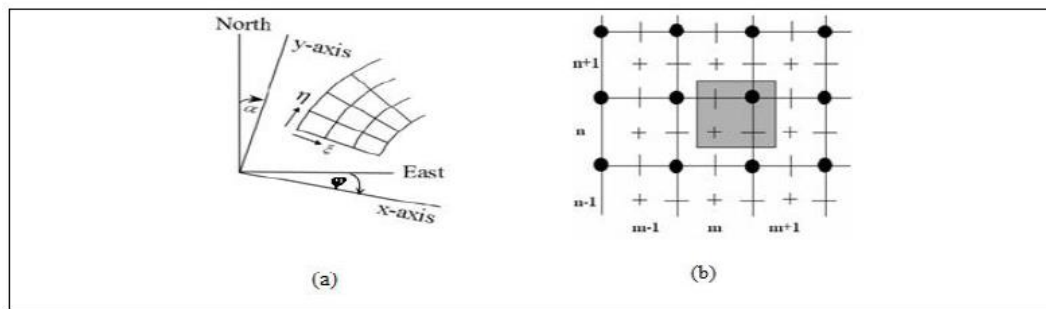
Delf3D – SED : pengangkutan sedimen untuk partikel kohesif dan non-kohesif

### 2.2.11 Pemodelan Menggunakan Software Delft3D

Pemodelan pada Tugas Akhir ini menggunakan Delft 3D-Flow. Delft 3D-Flow merupakan salah satu modul pada *software* Delft3D yang digunakan untuk menghitung SWE (*Shallow Water Equation*) atau persamaan pada kondisi air dangkal dalam variable kecepatan dan tinggi ke dalam bentuk dua atau tiga dimensi pada sebuah grid atau garis bantu (Arizal, 2011).

Simulasi pada *software* Delft3D ini menggunakan grid atau garis bantu. Grid merupakan garis bantu untuk koordinat arah vertikal ( $\eta$ ) dan horizontal ( $\xi$ )

yang bertujuan menentukan luas daerah yang dimodelkan atau untuk mengatur batas daerah yang disimulasikan. Grid terdiri dari dua sistem yaitu *coordinate cartessians* berbentuk persegi dan *coordinat spherical*. Sistem *coordinate cartessians* berbentuk persegi, bersifat kaku dan hanya memiliki parameter arah saja, yaitu arah vertikal dan arah horizontal. Sedangkan sistem *coordinate spherical* mengikuti garis kontur permukaan bumi. *Coordinate spherical* memiliki dua parameter yaitu arah dan tinggi, dengan latitude bernilai positif ke arah utara dan longitude yang bernilai positif ke arah timur.



Gambar 2.8 (a) Sistem *Coordinate Spherical* dan (b) Sistem *Coordinate Cartessian*

Delft 3D – Flow terdiri dari tujuh bagian yang memiliki fungsi sebagai berikut:

Delft 3D – RGFGGRID : membuat zona segmen dalam bentuk *grid* pada topografi

Delft 3D – QUICKIN : sebagai parameter input dari hasil *output* pada *grid* berupa data batimetri, kondisi awal untuk water level dan lain-lain.

Delft 3D – TRIANA : analisis pasang surut dalam interval waktu.

Delft 3D – TIDE : analisis pasang surut terhadap water level dan kecepatan.

Delft 3D – NESTHD : membuat batasan dari keseluruhan model.

Delft 3D – QUICKPLOT : menampilkan hasil simulasi berupa gambar animasi dan visualisasi.

### 2.2.12 Validasi Pemodelan

Validasi pemodelan merupakan langkah pemeriksaan untuk memastikan bahwa pemodelan tersebut telah sesuai kriteria yang ditetapkan. Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengevaluasi model yang sudah dihasilkan.



Salah satu metode yang digunakan dalam menentukan tingkat kesalahan (*error*) dari hasil pemodelan dengan data yaitu menggunakan metode RMSE. RMSE (*Root Mean Square Error*) merupakan nilai rata – rata dari jumlah kuadrat kesalahan, juga dapat menyatakan ukuran besarnya kesalahan yang dihasilkan oleh suatu pemodelan. Apabila nilai RMSE yang dihasilkan dari sebuah metode peramalan semakin kecil maka metode peramalan tersebut semakin baik. Persamaan dari RMSE didefinisikan sebagai berikut:

$$RSME = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - y_i)^2 \quad (2.2)$$

dengan,

$\hat{y}_i$  : data pemodelan

$y_i$  : data observasi

$n$  : banyaknya data

Untuk memudahkan dalam memahami nilai RMSE maka dapat dilihat pada Tabel 2.3 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Pedoman Interpretasi RMSE

Indeks RSME	Tingkat Kesalahan
0.00 – 0.299	kecil
0.30 – 0.599	sedang
0.60 – 0.899	besar
> 0.90	Sangat besar

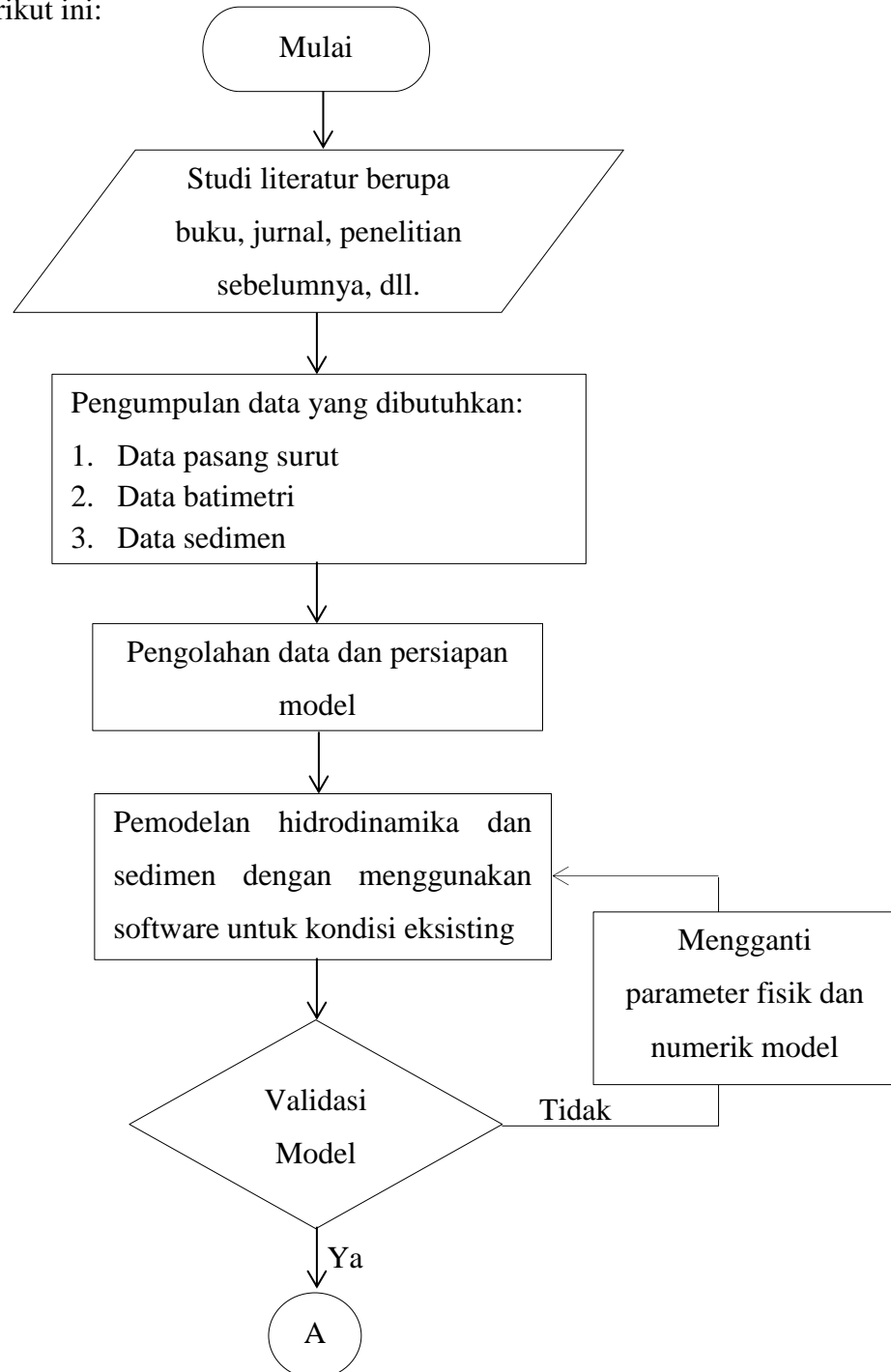
*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## BAB III

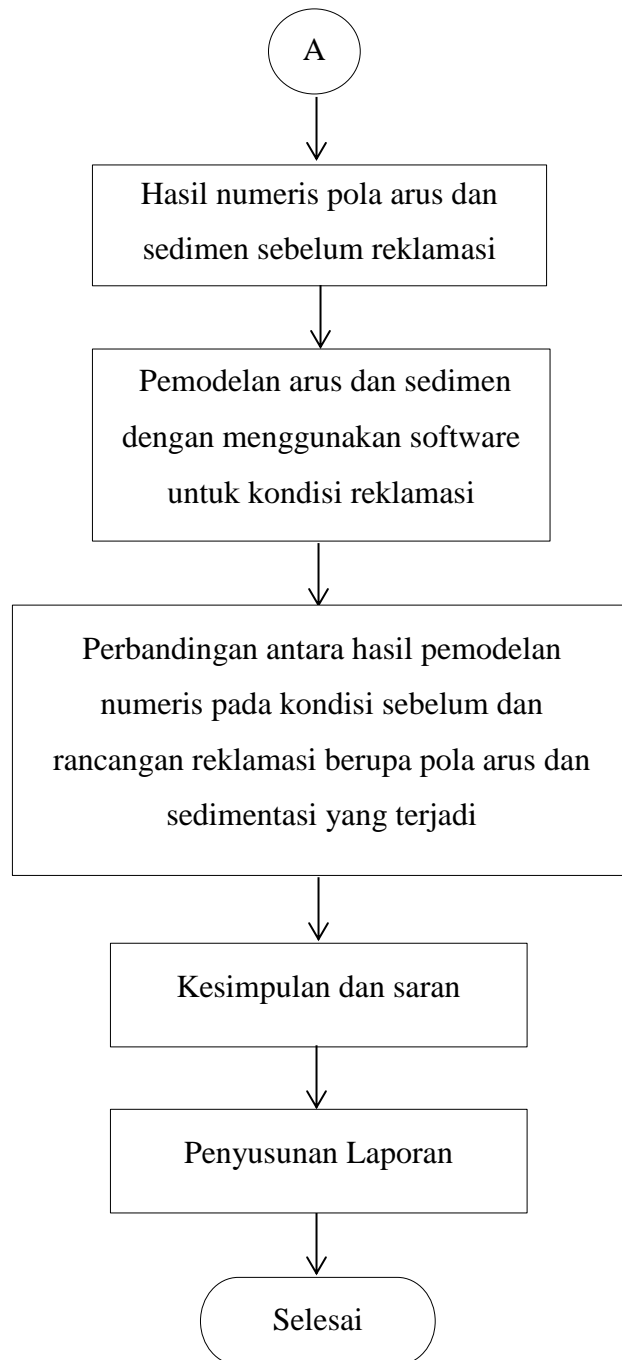
### METODELOGI PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir

Alur pengerjaan Tugas Akhir ini dapat dilihat pada diagram alir pengerjaan sebagai berikut ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir

### 3.2 Penjelasan Diagram Alir

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam tugas akhir ini, diperlukan langkah-langkah pengerjaan yang berurutan berdasarkan urutan kerja sehingga tujuan yang diharapkan dapat dicapai. Langkah-langkah tersebut dapat dilihat pada Gambar 3.1. Untuk lebih jelasnya dapat dibaca pada penjelasan berikut:

1. Studi literature

Studi literatur merupakan suatu tahapan yang harus dilakukan dengan tujuan dapat mengetahui permasalahan yang akan dibahas. Studi literatur dapat diperoleh dari buku, jurnal, laporan tugas akhir yang telah membahas tentang permasalahan yang hampir sama dalam tugas akhir ini ataupun segala sumber informasi ilmiah yang teruji kevalidannya. Selain itu mempelajari *software* yang akan digunakan dalam pengerjaan tugas akhir.

2. Pengumpulan data

Pengumpulan data sangat penting dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Data yang digunakan meliputi data pasang surut, peta batimetri dan data sedimentasi pada lokasi perencanaan reklamasi tersebut.

3. Pengolahan data dan persiapan model

Dari semua data sekunder yang telah dikumpulkan, selanjutnya dilakukan pengolahan terhadap data tersebut. Gunanya agar lebih mudah dibaca serta digunakan dalam proses pemodelan. Persiapan model meliputi pembuatan *messing* dan *grid*.

4. Pemodelan kondisi eksisting

Pemodelan disini menggunakan *software* Delft 3D. Simulasi pemodelan yang pertama dilakukan untuk mendapatkan pola arus yang terjadi sebelum dilakukan rencana reklamasi. Setelah menjalankan program dengan data yang telah ada, maka output numerik dan gambar hasil dari data yang dimodelkan. Pola arus ini selanjutnya akan digunakan sebagai input untuk analisa pemodelan dari pola sedimentasi yang terjadi. Dari pemodelan sedimentasi ini akan memberikan informasi daerah yang mengalami sedimentasi dan juga daerah yang mengalami erosi.

5. Validasi

Dari data yang telah diolah perlu dilakukan validasi mengenai kecocokan data antara data sekunder yang telah didapatkan dengan data hasil simulasi. Validasi yang dilakukan yaitu perbandingan data elevasi muka air atau pasang surut data pengukuran dengan pemodelan.

6. Pemodelan kondisi rencana reklamasi

Selanjutnya dilakukan pemodelan pola arus dan sedimen menggunakan *software* untuk kondisi reklamasi.

7. Analisis dan hasil pembahasan

Dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara hasil pemodelan numeris pada kondisi sebelum reklamasi dan rancangan berupa pola arus dan sedimentasi yang terjadi.

8. Kesimpulan dan saran

Setelah melakukan analisa dan pembahasan maka perlu dilakukan menarik kesimpulan dari hasil pembahasan sebelumnya serta memberikan saran untuk penelitian selanjutnya yang serupa.

9. Penyusunan Laporan

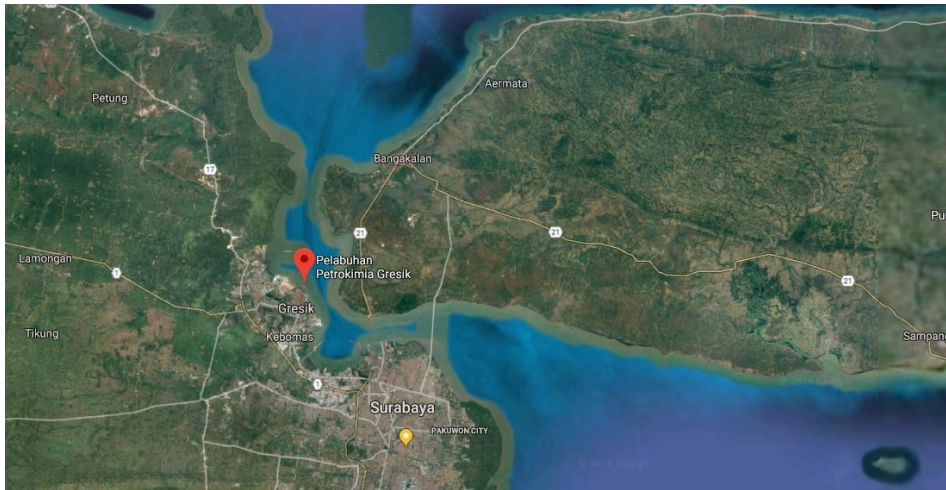
Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian-pemberian saran untuk penelitian selanjutnya.

## BAB IV

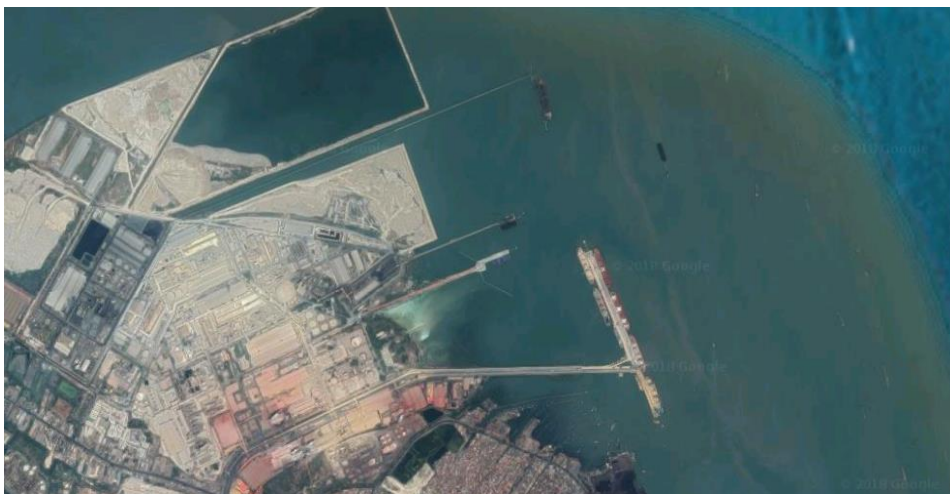
### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Lokasi Penelitian

Lokasi studi pada Tugas Akhir ini berada di kawasan pelabuhan milik PT. Petrokimia Gresik, Desa Tlogopojok, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Kawasan Pelabuhan PT. Petrokimia termasuk ke dalam wilayah pantai utara, dimana posisi laut berada di Selat Madura (Gambar 4.1). Secara geografis lokasi daerah studi terletak pada koordinat  $112^{\circ} 39' 30.60''$  BT, dan  $7^{\circ} 09' 27.4''$  LS (Gambar 4.2).



Gambar 4.1 Posisi Pelabuhan PT Petrokimia di perairan Selat Madura  
(sumber : google.com)



Gambar 4.2 Lokasi daerah studi PT Petrokimia  
(sumber : google.com)

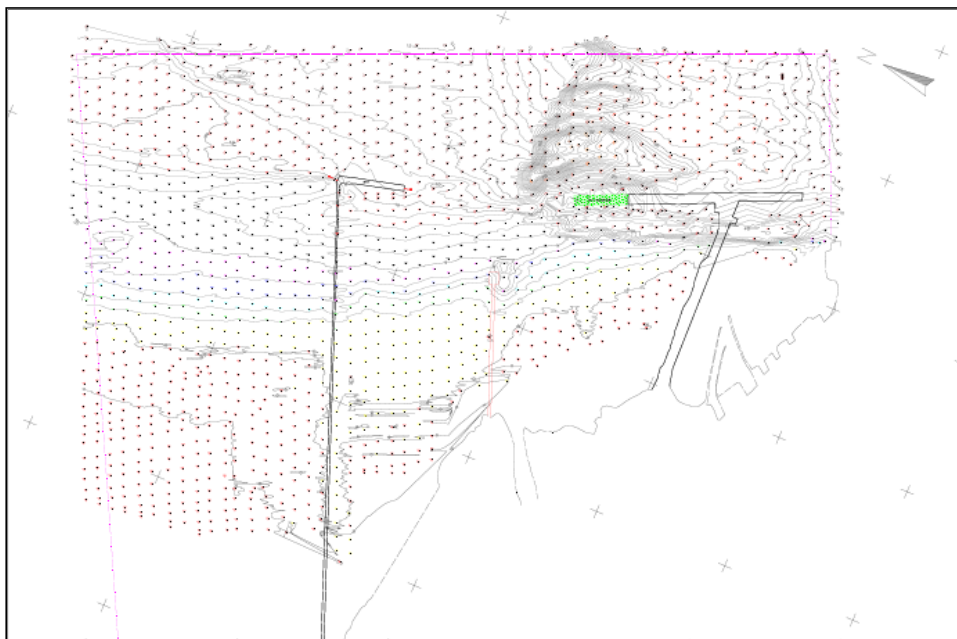
Wilayah pelabuhan PT Petrokimia berada di perairan Selat Madura, secara geografis merupakan daerah yang terlindung dari angin dan gelombang dari laut lepas. Seperti wilayah pantai pada umumnya, di daerah tersebut selalu terjadi interaksi antar elemen dalam sistem pantai. Karena lokasi daerah studi yang berada di selat terlindung dari gelombang, maka proses pantai yang dominan adalah proses yang dipengaruhi pasang surut.

## **4.2 Pengumpulan dan Analisis Data**

Dalam melakukan pemodelan di butuhkan pengumpulan data. Pada pengumpulan data yang digunakan pada Tugas Akhir ini yaitu data sekunder. Data yang diperlukan untuk melakukan pemodelan meliputi peta bathimetri, data pasang surut dan data sedimentasi.

### **4.2.1 Peta Batimetri**

Peta bathimetri merupakan peta kedalaman air dan konfigurasi topografi bawah laut. Peta ini pada umumnya mempunyai sistem koordinat yang bereferensi pada system koordinat peta topografi. Data batimetri yang digunakan dalam studi kali ini merupakan data sekunder, dimana area yang ditinjau kurang lebih 2758 m x 2161 m. Interval kedalaman batimetri yaitu -1 meter. Data selengkapnya dapat dilihat pada lampiran.

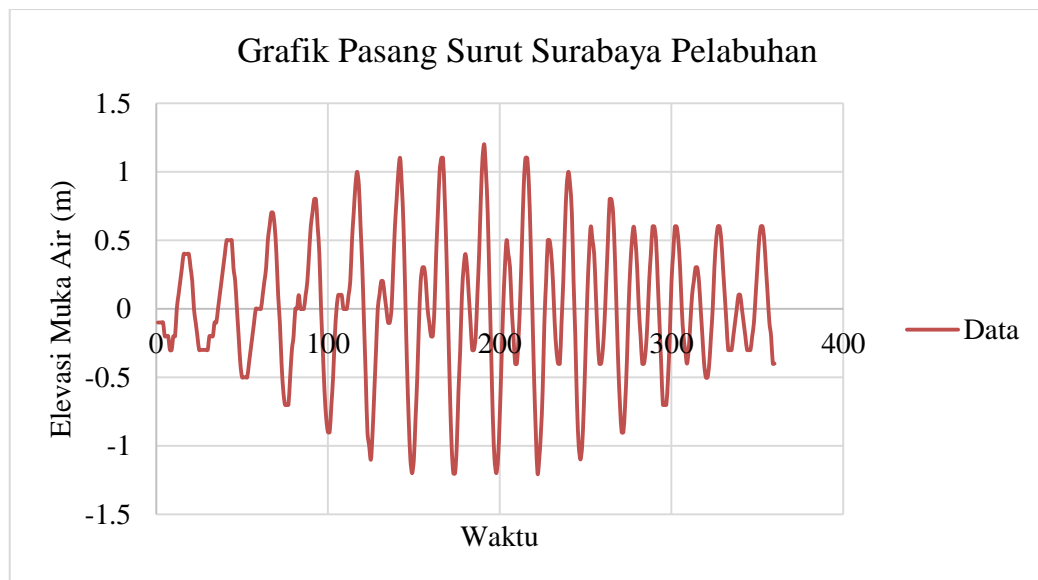


Gambar 4.3 Peta Batimetri Daerah Studi



#### 4.2.2 Data Pasang Surut

Pasang surut merupakan fenomena naik turunnya air pada suatu titik pengamatan yang disertai gerakan horizontal dari massa air. Data pasang surut muka air laut yang digunakan data sekunder hasil dari laporan pengukuran selama 15 hari berturut-turut dengan interval waktu 60 menit. Data diperoleh dari data Dinas Hidro-oseanografi TNI AL (dishidros) pada bulan Februari 2016. Data pasang surut akan digunakan sebagai *input* nilai batas (*boundary condition*) pada saat pemodelan untuk mendapatkan pola arus maupun pola sedimentasi dan digunakan sebagai kalibrasi data ketinggian elevasi air laut. Adapun bentuk grafik data pasang surut yang diperoleh dapat ditampilkan seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Fluktuasi Muka Air Laut di Perairan Surabaya Pelabuhan yang Digunakan sebagai Data Input Pasang Surut

Dari grafik tersebut menunjukkan karakteristik pasang surut di perairan daerah lokasi studi terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam waktu satu hari dengan waktu dan ketinggian yang berbeda (Gambar 4.4), sehingga pasang surut di lokasi studi dapat dikategorikan dalam pasang surut jenis campuran condong harian ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal*).

Dalam analisis pasang surut menggunakan metode kuadrat terkecil (*Last Square Root*) didapatkan konstanta astronomik pasang surut. Komponen – komponen konstanta astronomik pasang surut yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Detail Konstanta Astronomik Pasang Surut di Surabaya Pelabuhan

Kostanta	Amplitude (m)	Phase (deg)
$Z_0$	0,0007	
$M_2$	0,46	18,66
$S_2$	0,26	-19,09
$K_1$	0,41	-41,13
$O_1$	0,23	-48,47
$N_2$	0,09	22,65
$K_2$	0,06	2,71
$P_1$	0,14	11,56
$M_4$	0,0015	73,86
$MS_4$	0,0022	-18,04

Ketinggian perairan rencana yang didapatkan dari analisis pasang surut untuk daerah tinjauan dirangkum dalam Tabel 4.2. Data pada tabel tersebut

Tabel 4.2 Desain Ketinggian Permukaan Air Laut dalam Satuan Meter.

Simbol	Parameter	Ketinggian (m)
HHWL	Higher High Water Level	1,7
MHWL	Mean High Water Level	1,2
MHWS	Mean High Water Spring	0,0007
MSL	Mean Sea Level	-1,1
MLWL	Mean Low Water Level	-1,3
LLWL	Lower Low Water Level	-1,6
MLWS	Mean Low Water Spring	-1,7

#### 4.2.3 Data Sedimen

Data sedimen digunakan untuk melakukan simulasi sedimentasi yang ada pada daerah tersebut dan menjadi data *input* pada Delft3D-FLOW. Dalam hal ini data sedimen merupakan data sekunder. Pada Tabel 4.3 merupakan data sedimen yang digunakan pada pemodelan tersebut.

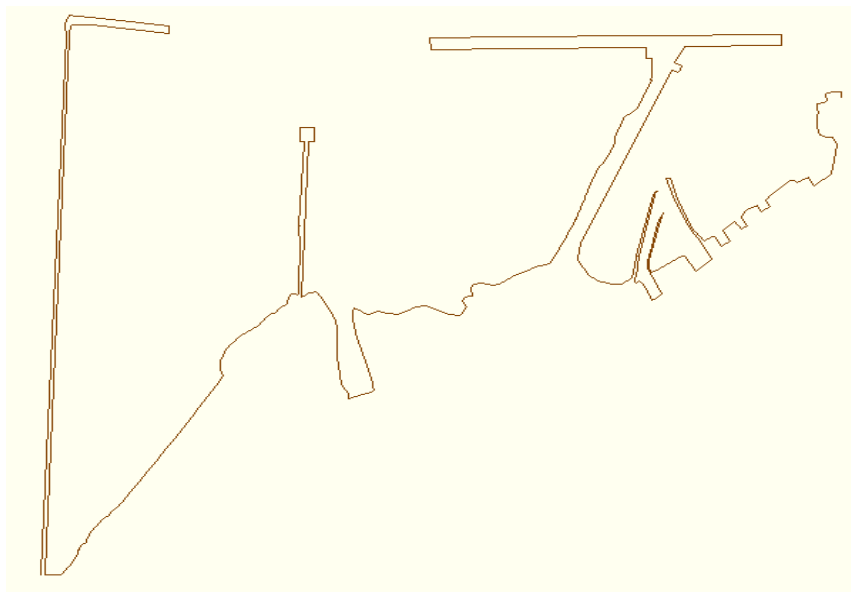
Tabel 4.3 Data Sedimen

Data Sedimen	
Water Content (%)	86,46
Specific Gravity	2,635
Gravel (%)	0,42
Sand (%)	11,92
Silt (%)	38,1
Clay (%)	49,57
Ukuran Butiran D50	0,002
Jenis Tanah	<i>Clay</i>

### 4.3 Pemodelan Kondisi Eksisting

#### 4.3.1 Digitasi *Land Boundary*

*Land boundary* merupakan garis batas yang berfungsi memisahkan wilayah daratan dan perairan. Digitasi *land boundary* menggunakan bantuan *software* untuk membuat garis sesuai dengan koordinat. Digitasi ini digunakan sebagai acuan dalam pembuatan grid dan *input* data kedalaman. File tersebut disimpan dalam format .ldb untuk ditampilkan pada Delft3D berbentuk garis pantai. Hasil proses digitasi *land boundary* untuk pemodelan ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.

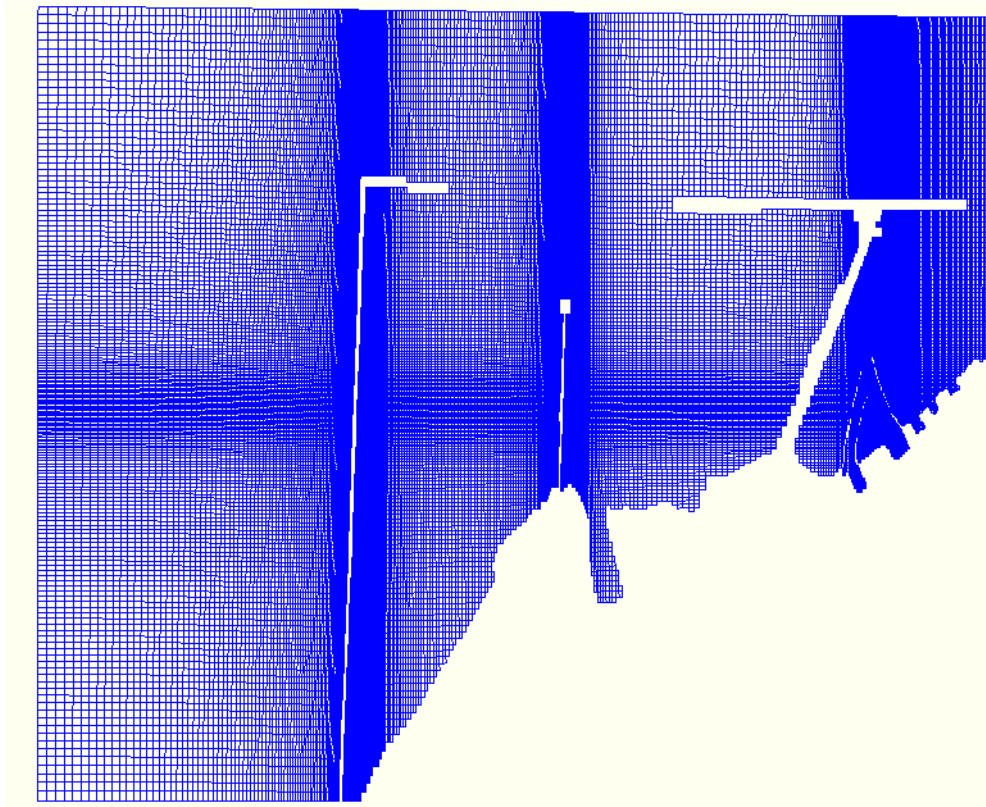


Gambar 4.5 *Land Boundary* Daerah Studi

#### 4.3.2 *Meshing Grid*

Pembuatan *grid* dilakukan dengan menggunakan Modul Delft3D-RGFGRID. Tujuan dalam pembuatan *grid* yaitu untuk menentukan batasan wilayah daratan dan perairan permodelan dengan mengacu pada *land boundary* (.lbd). Selain itu, dibutuhkan data sample kedalaman wilayah studi dari peta batimetri yang telah diplot dalam format (\*.xyz) untuk menampilkan elevasi kedalaman kontur batimetri di Delft 3D.

*Grid* yang digunakan pada pemodelan dipetakan dengan ukuran 422 x 182 dengan menggunakan koordinat kartesius. Hasil permodelan *grid* (Gambar 4.6) selanjutnya disimpan dalam format (.grd) yang akan digunakan untuk permodelan data kedalaman.

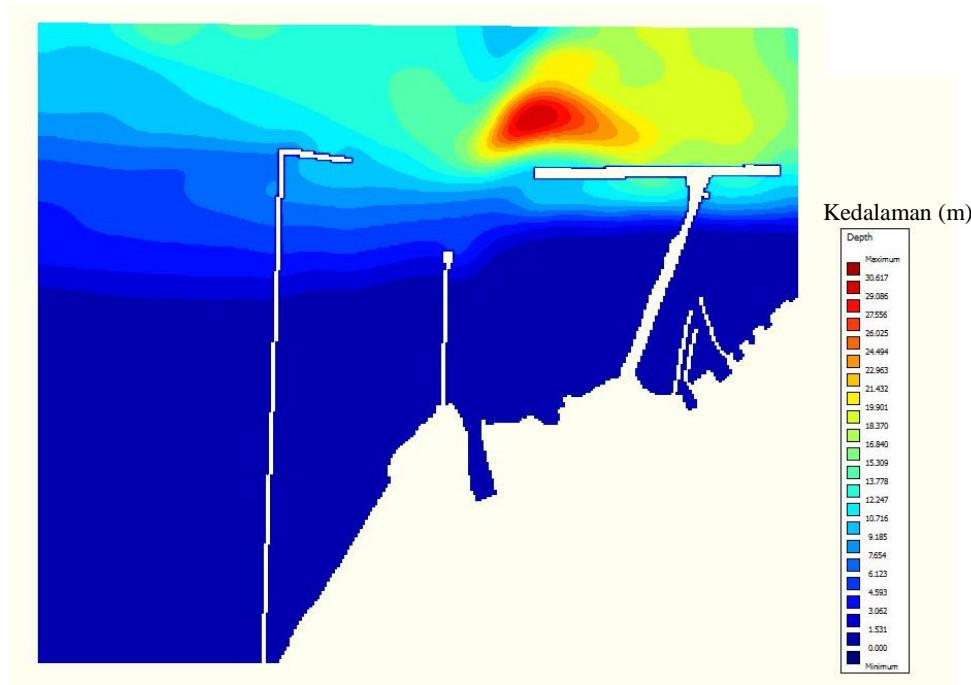


Gambar 4.6 *Meshing Grid* pada Kondisi Sebelum Dilakukan Reklamasi

#### 4.3.3 **Data Kedalaman**

Data kedalaman menggunakan data sekunder yang meliputi data batimetri di lokasi studi. *Input* data kedalaman menggunakan modul Delft3D-Quickin dilakukan dengan memasukkan data sampel batimetri dalam format file (.xyz) dan *grid* (.grd). Pada *software* Delft3D, data sampel wilayah daratan dalam tanda

negatif (-) dan wilayah perairan bertanda positif (+). Data sampel batimetri awal lokasi studi ditunjukkan pada Gambar 4.3. Data batimetri tersebut kemudian diinterpolasikan menjadi data *depth* seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Data *Depth* Pelabuhan PT Petrokimia (Setelah Diinterpolasi)

#### 4.3.4 Parameter Pemodelan Hidrodinamika

Pemodelan hidrodinamika pada Tugas Akhir ini menggunakan Modul delft3D FLOW, dengan menggunakan asumsi dan kondisi sebagai berikut;

##### 4.3.4.1 Kondisi batas

- Kondisi batas yang digunakan pada pemodelan hidrodinamika ini adalah pasang surut (Tabel 4.1).
- Batas barat dari model diasumsikan sebagai laut lepas, dengan nilai dari kondisi batas dipengaruhi oleh pasang surut.
- Batas utara dan selatan diasumsikan dengan jenis *boundary time series neuman*.

##### 4.3.4.2 Parameter Fisik

Parameter fisik merupakan parameter yang berhubungan dengan kondisi area permodelan sehingga model dapat menggambarkan wilayah studi yang sebenarnya. Parameter yang dipertimbangkan dalam pemodelan ini adalah

percepatan grafitasi, massa jenis air, kekasaran dasar, dan difusi viskositas. Sehingga permodelan hidrodinamika Tugas Akhir ini memiliki parameter sebagai berikut:

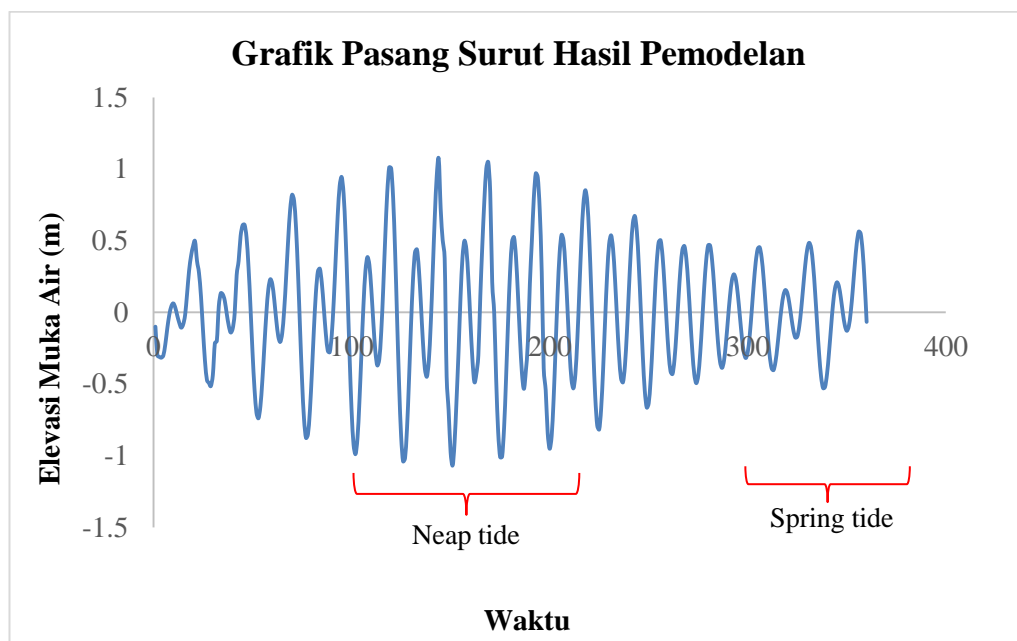
Tabel 4.4 Parameter Pemodelan Data Hidrodinamika

Parameter		Harga
Latitude		-7
Waktu simulasi		15 hari 01-02-2016 – 15-02-2016
Time step		0,2 menit
Level muka air		-0,1 m
Salinitas		31 ppt
Pasang Surut	A0	Amplitudo 0,007.
	M2	Amplitudo 0,45 m, Fase 18,66 deg.
	S2	Amplitudo 0,26 m, Fase -19,09 deg.
	N2	Amplitudo 0,09 m, Fase 22,65 deg.
	K2	Amplitudo 0,06 m, Fase 2,71 deg.
	K1	Amplitudo 0,41 m, Fase -41,13 deg.
	O1	Amplitudo 0,22 m, Fase -48,47 deg.
	P1	Amplitudo 0,14 m, Fase 11,56 deg.
	M4	Amplitudo 0,0015 m, Fase 73,86 deg.
	MS4	Amplitudo 0,0022 m, Fase -18,04 deg.
Percepatan grafitasi		$9,81 \text{ m/s}^2$
Massa jenis air laut		$1025 \text{ kg/m}^3$
Koefisien chezy		$U = 7,5, V = 7,5$
Viskositas eddy horozontal		$1 \text{ m}^2/\text{s}$

### 4.3.5 Hasil Pemodelan Hidrodinamika Eksisting

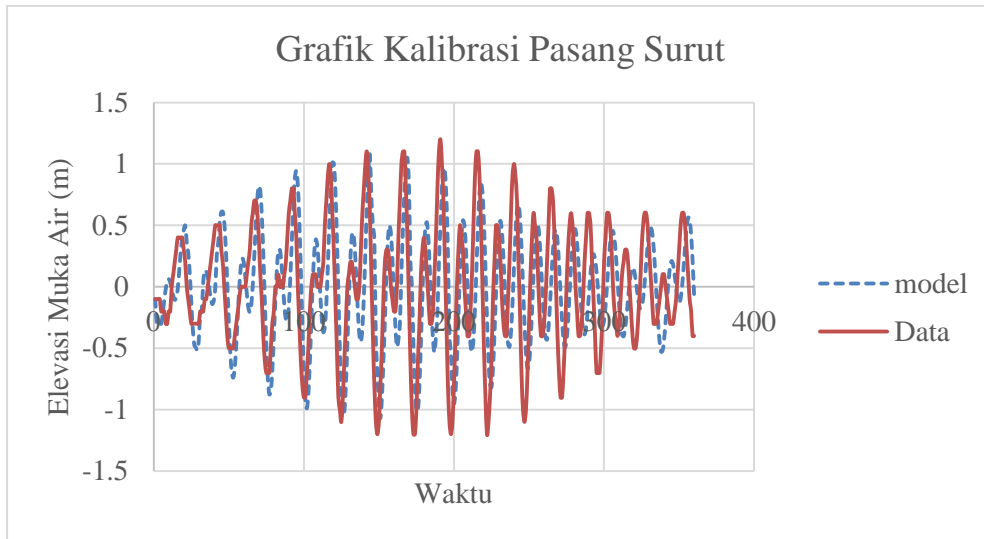
#### 4.3.5.1 Validasi Pemodelan

Setelah melakukan simulasi pemodelan, kemudian dilakukan validasi data untuk mengetahui keakuratan dari model yang telah dibuat. Validasi model dilakukan dengan membandingkan pasang surut dari data sekunder yang telah ada dengan data hasil simulasi pemodelan. Hasil pemodelan elevasi muka air menunjukkan dalam sehari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan waktu dan ketinggian yang berbeda. Tinggi elevasi puncak air pasang dari siklus pasang surut adalah berada pada 1,072 m yang terjadi pada yang terjadi pada tanggal 06 Februari pada jam 23.00 WIB dan elevasi surut terendah dari siklus pasang surut berada pada -1,069 m yang terjadi pada tanggal 07 Februari pada jam 06.00. Grafik hasil elevasi muka air dari pemodelan di perlihatkan seperti Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Hasil Elevasi Muka Air Pemodelan

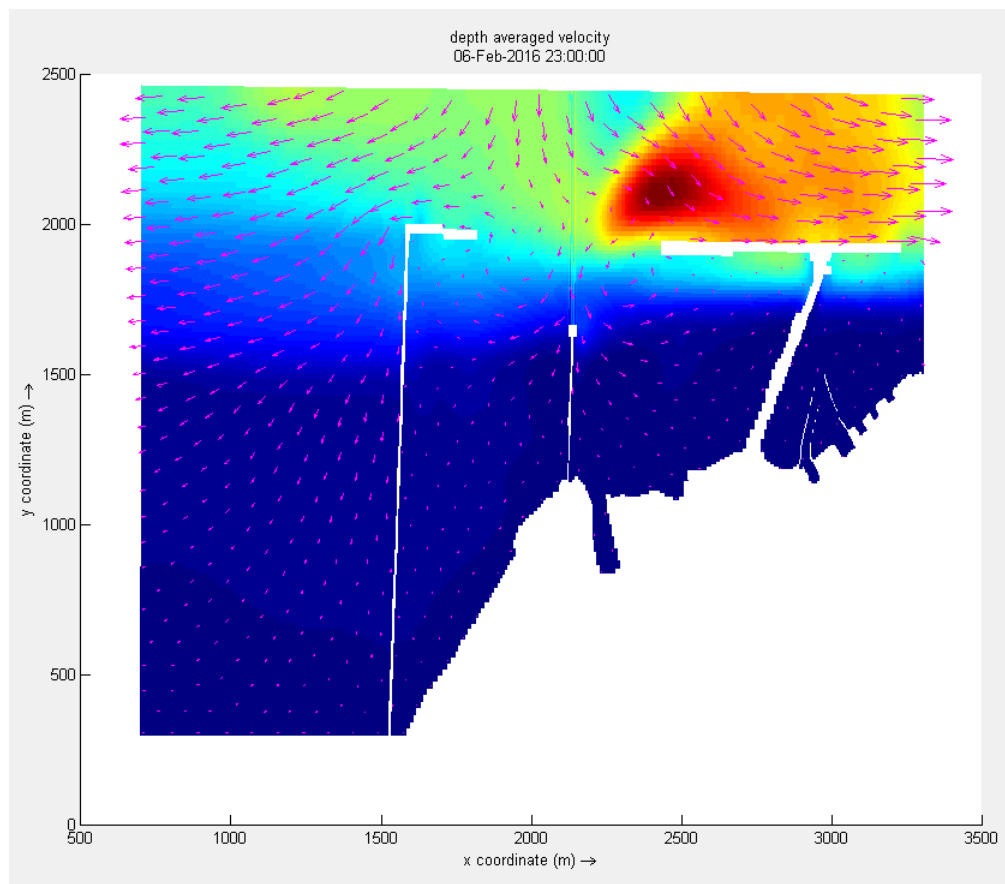
Pemodelan dengan waktu simulasi yang sama dengan data sekunder pasang surut (Gambar 4.4), didapatkan hasil validasi antara data sekunder pengukuran dan data hasil model dengan menggunakan metode *Root Mean Squared Error* (RMSE) sebesar 0,3846. Grafik perbandingan hasil pemodelan dan data sekunder disajikan pada Gambar 4.9. Tabel perhitungan kalibrasi pasang surut disajikan pada lampiran.



Gambar 4.9 Validasi Elevasi Muka Air Pemodelan dan Data Sekunder

#### 4.3.5.2 Sebaran Arus

Sebaran arus dari hasil pemodelan Arus dari hasil pemodelan merupakan arus pasang surut karena arus dibangkitkan oleh akibat adanya perbedaan elevasi muka air laut atau pasang surut.



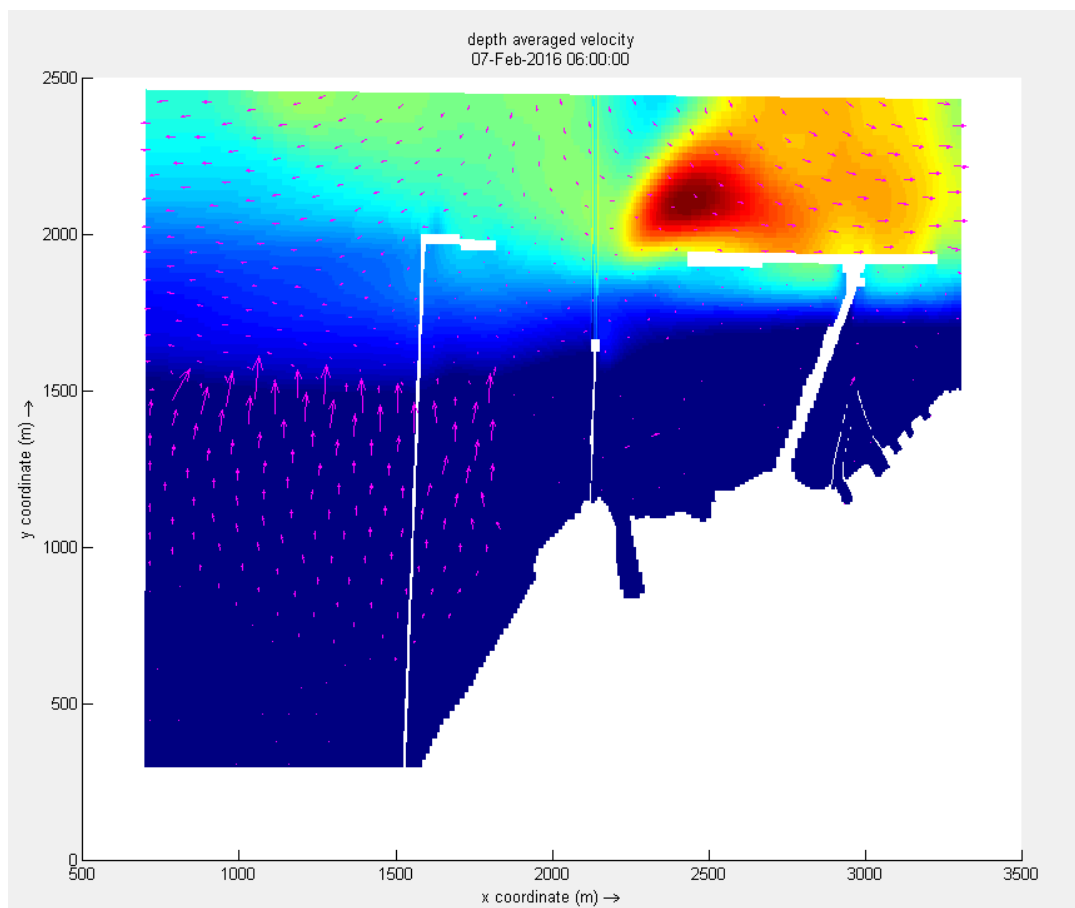
Gambar 4.10 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Pasang



Dari hasil simulasi yang telah dilakukan maka didapatkan kondisi pasang yang terjadi pada tanggal 06 Februari pada jam 23.00 WIB, arus bergerak menuju arah ke area pelabuhan dengan kecepatan sebagai berikut:

Tabel 4.5 Kecepatan Arus Kondisi Eksisting saat Pasang

	Titik Pengamatan								
	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9
Kec (cm/s)	1,2	1	1,7	0,4	0,49	1,1	4,1	2,5	2,2



Gambar 4.11 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Surut

Sedangkan karakteristik arah arus pada saat akan surut terendah terjadi pada tanggal 07 Februari pukul 06.00 WIB (Gambar 4.11) dengan kecepatan sebagai berikut:

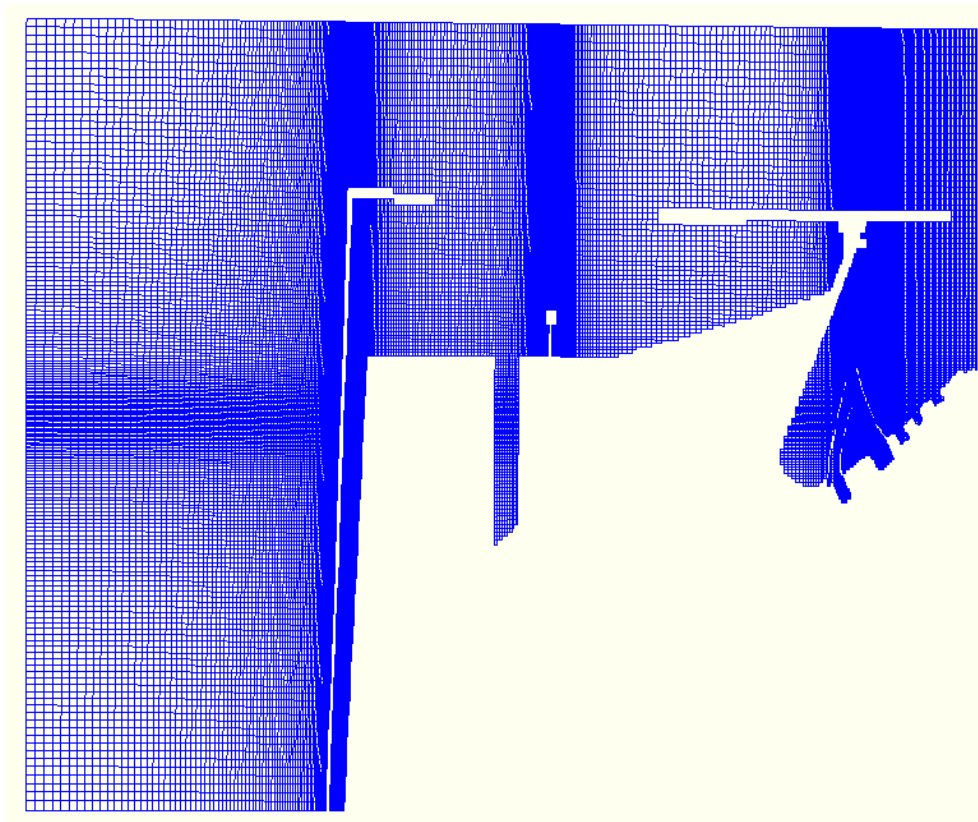
Tabel 4.6 Kecepatan Arus Kondisi Eksisting saat Surut

	Titik Pengamatan								
	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9
Kec (cm/s)	0,3	0,28	0,76	0,01	0,37	0,68	4,04	2,1	2,1

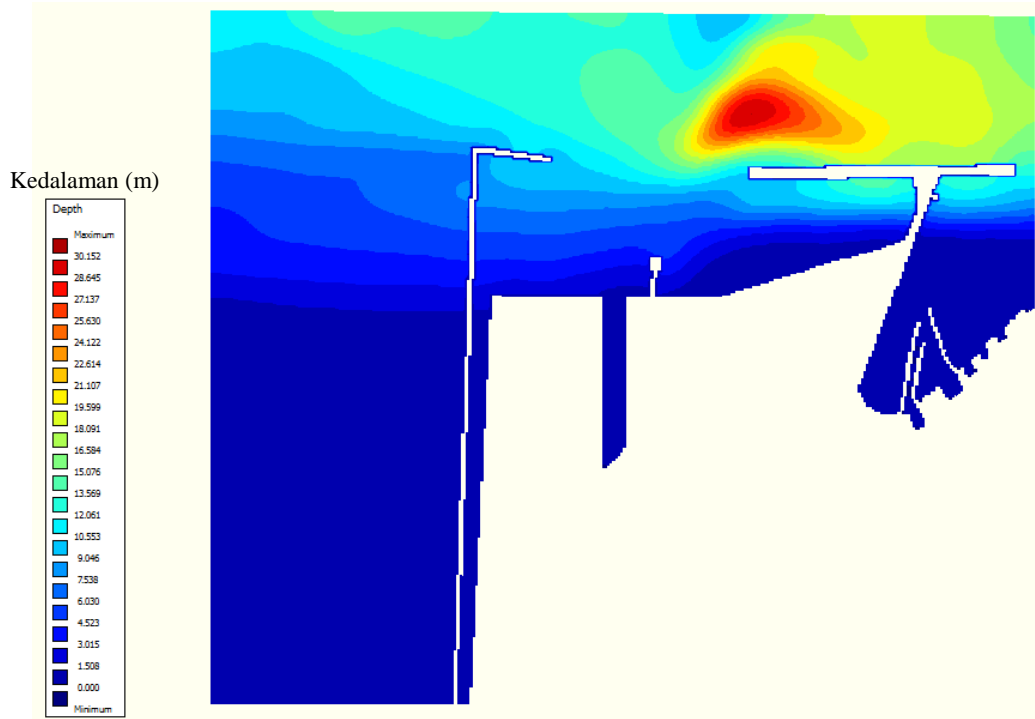
#### 4.4 Simulasi Model Reklamasi

##### 4.4.1 *Meshing Grid*

*Grid* pada pemodelan kondisi sesudah dilakukan reklamasi dipetakan dengan ukuran petak sebesar 422 x 182 (Gambar 4.12) petak. Pemetaan mengacu pada koordinat kartesius. Selanjutnya dilakukan interpolasi untuk mendapatkan data kedalaman lokasi studi pada modul Delft3D – Quickin. Posisi pada sumbu Z didefinisikan sebagai kedalaman area model (Gambar 4.13). Pada *software* Delft3D, data sampel wilayah daratan dalam tanda negatif (-) dan wilayah perairan bertanda positif (+).



Gambar 4.12 *Meshing Grid* Kondisi Reklamasi



Gambar 4.13 Hasil Akhir *Grid* Kondisi Reklamasi

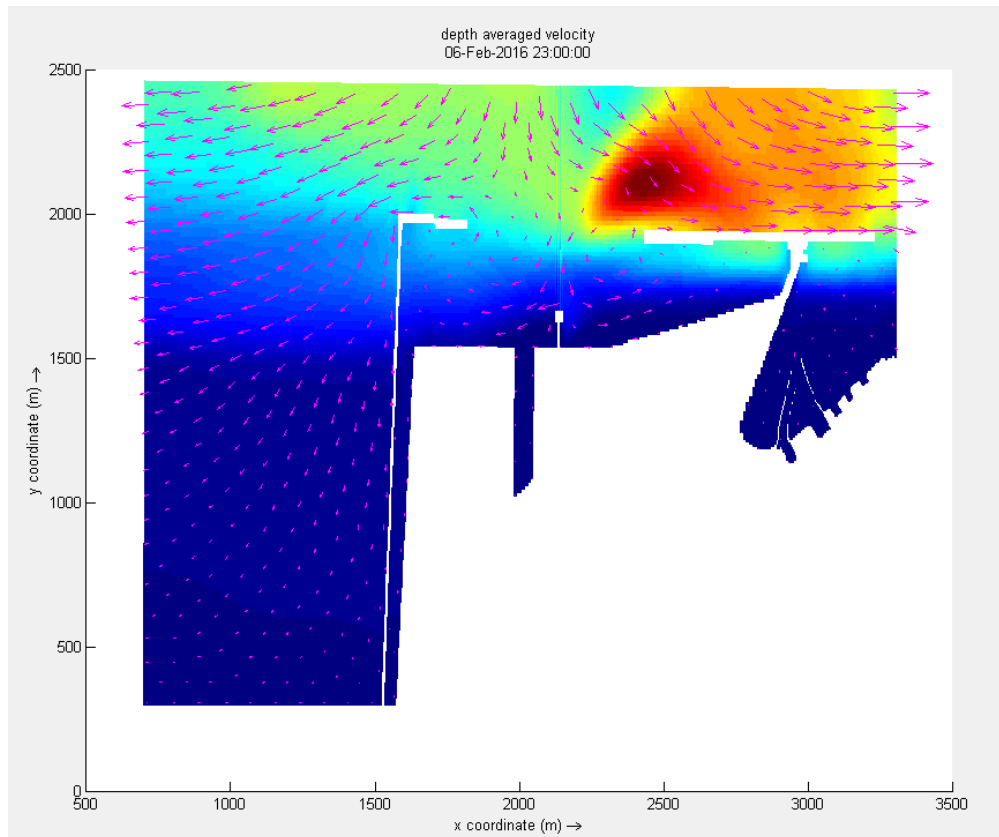
#### 4.4.2 Analisis Pola Arus

Setelah melakukan validasi dengan menggunakan kondisi eksisting daerah pelabuhan PT Petrokimia, maka dilakukan pemodelan kondisi eksisting dengan menggunakan nilai input parameter hidrodinamika yang sama digunakan dalam pemodelan kondisi eksisting. Asumsi data pasang surut yang digunakan sebagai tinjauan pasang dan surut dalam pemodelan adalah pasang surut Surabaya Pelabuhan.

Waktu simulasi pemodelan adalah selama 15 hari. Setelah ditetapkan waktu simulasi dan parameter hidrodinamika, maka dilakukan *running* pemodelan dan didapatkan hasil simulasi pemodelan arus pada kondisi reklamasi. Berikut adalah hasil *running* pemodelan pada kondisi setelah dilakukan reklamasi, dapat diketahui karakteristik arah arus saat akan pasang (Gambar 4.14) dimana arus bergerak dari laut lepas menuju arah ke area pelabuhan dengan kecepatan sebagai berikut:

Tabel 4.7 Kecepatan Arus saat Pasang pada Kondisi Reklamasi

	Titik Pengamatan								
	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9
Kec (cm/s)	1,1	1,04	1,08	0,3	0,6	1,05	4,3	2,6	2,2

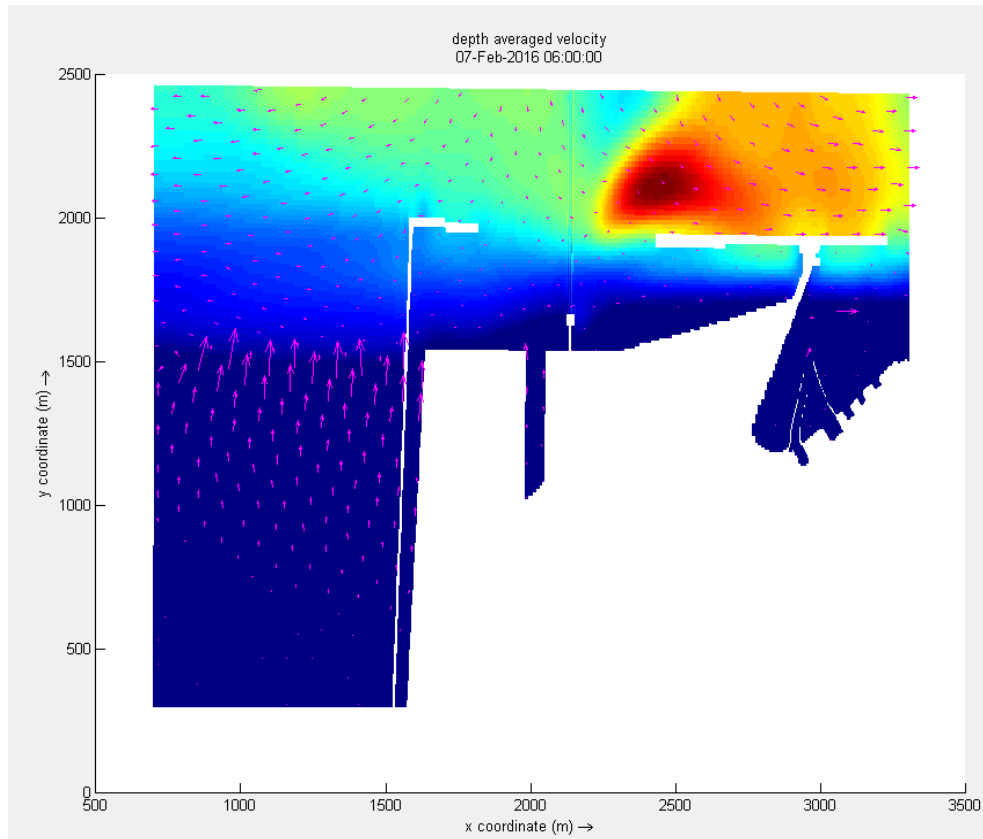


Gambar 4.14 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Pasang

Sedangkan pada kondisi setelah dilakukannya reklamasi saat akan surut terendah arah arus menuju ke laut lepas (Gambar 4.15) dengan kecepatan yang dijelaskan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Kecepatan Arus saat Surut pada Kondisi Reklamasi

	Titik Pengamatan								
	Obs 1	Obs 2	Obs 3	Obs 4	Obs 5	Obs 6	Obs 7	Obs 8	Obs 9
Kec (cm/s)	0,4	0,36	1,04	0,02	0,3	0,7	4,6	1,8	1,5



Gambar 4.15 Arus Daerah Pemodelan ketika akan Surut

#### 4.5 Perbandingan Arus Sebelum dan Sesudah Reklamasi

Setelah dilakukan pemodelan hidrodinamika dengan waktu simulasi 15 hari pada kondisi eksisting dan sesudah reklamasi dapat dilihat pada pemodelan tersebut terjadi dinamika kecepatan arus apabila dibandingkan dengan kecepatan arus sebelum adanya reklamasi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terjadi perubahan pola arus sebelum dan sesudah dilakukannya reklamasi. Berikut adalah tabel kecepatan arus kondisi eksisting dan rencana reklamasi.

Tabel 4.9 Perbandingan Kecepatan Arus

Titik Pengamatan	Kecepatan Arus (cm/s)			
	Eksisting		Reklamasi	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Obs 1	1,2	0,3	1,1	0,4
Obs 2	1	0,28	1,04	0,36

Tabel 4.9 Perbandingan Kecepatan Arus (b)

Titik Pengamatan	Kecepatan Arus (cm/s)			
	Eksisting		Reklamasi	
	Pasang	Surut	Pasang	Surut
Obs 3	1,7	0,76	1,08	1,04
Obs 4	0,4	0,01	0,3	0,02
Obs 5	0,49	0,37	0,6	0,3
Obs 6	1,1	0,68	1,05	0,7
Obs 7	4,1	4,04	4,3	4,6
Obs 8	2,5	2,1	2,6	1,8
Obs 9	2,2	2,1	2,2	1,5

## 4.6 Pemodelan Sedimentasi

### 4.6.1 Parameter Input Pemodelan

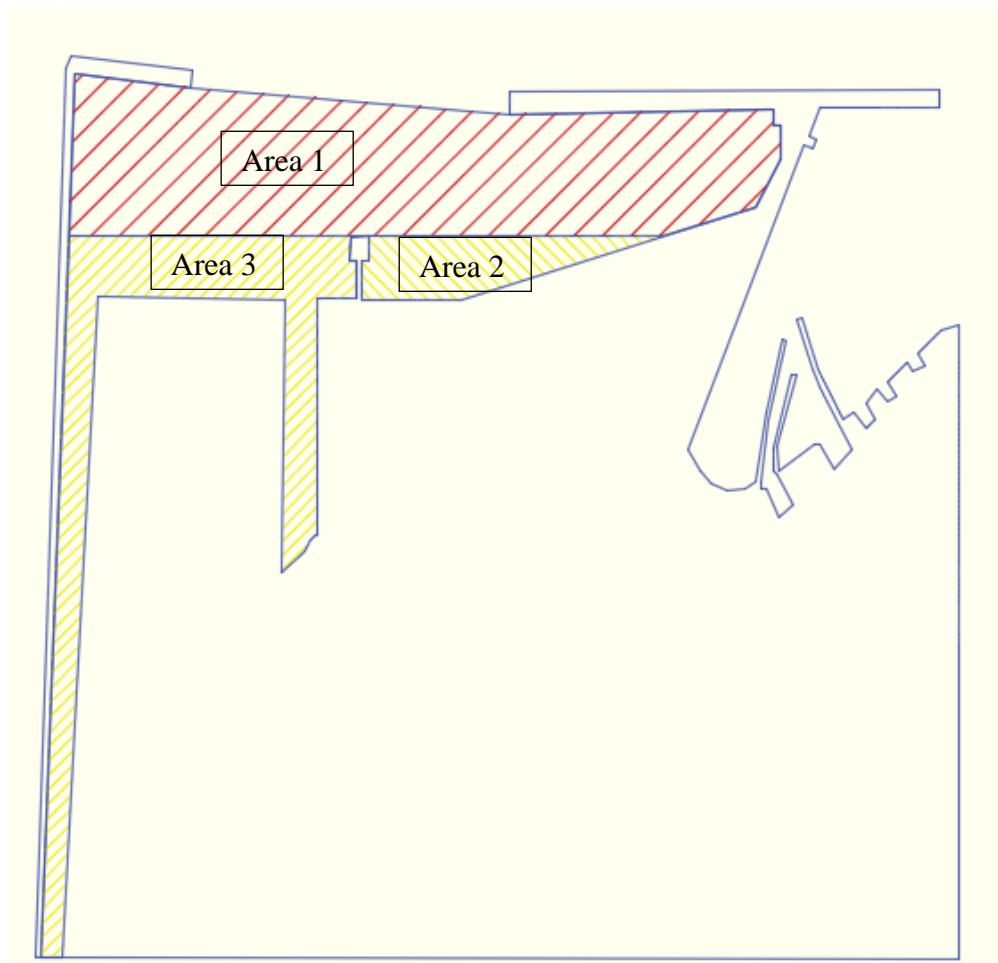
Parameter yang dipertimbangkan dalam pemodelan sedimentasi meliputi sedimen, *roughness*, *viscosity* dan *morphology*. Tujuan dengan adanya *morphology scale factor* adalah untuk melihat dampak perubahan morfologi wilayah pantai dengan rentang waktu yang lebih lama dari pada pemodelan. Data – data yang diinput dijelaskan pada tabel berikut:

Tabel 4.10 Parameter Pemodelan Sedimentasi

Parameter	Harga
Temperatur	29 °C
Percepatan grafitasi	9,81 m/s <sup>2</sup>
Massa jenis air laut	1025 kg/m <sup>3</sup>
Koefisien chezy	U = 7,5 ; V= 7,5
Viskositas eddy horozontal	1 m <sup>2</sup> /s
<i>Morphology scale factor</i>	6
<i>Specific density</i>	2650 kg/m <sup>3</sup>
<i>Dry bed density</i>	500 kg/m <sup>3</sup>
<i>Fresh settling velocity</i>	0,25 mm/s
<i>Saline settling velocity</i>	0,25 mm/s

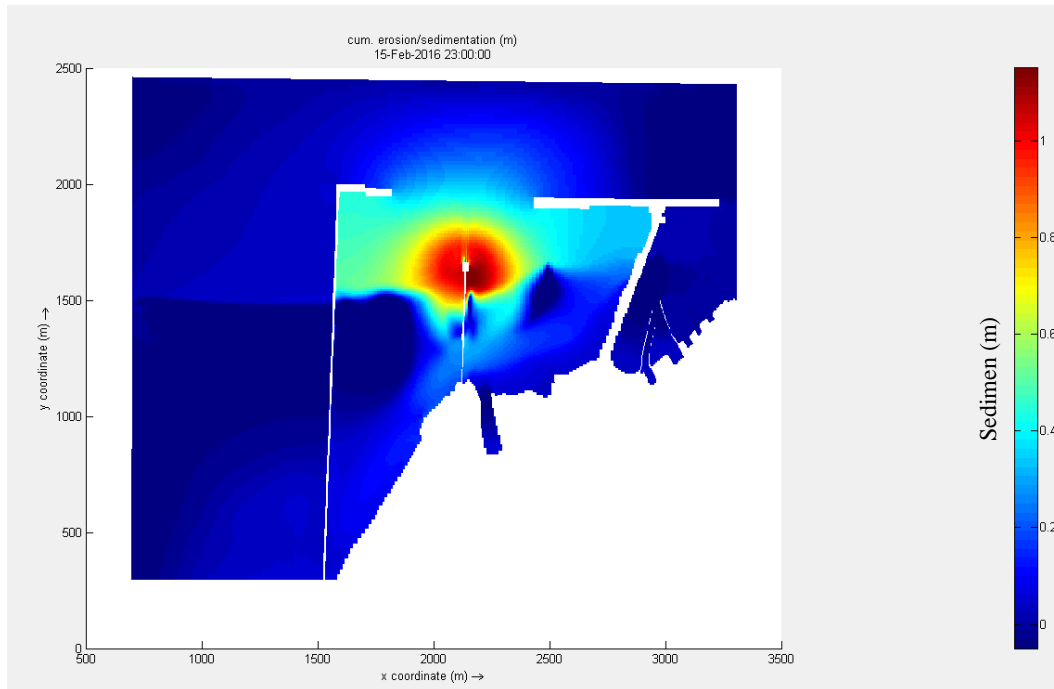
#### 4.6.2 Analisis Volume dan Laju Sedimentasi

Dengan adanya perubahan kecepatan arus maka terjadi pula perubahan laju sedimentasi, dibuktikan dengan berubahnya volume sedimen dari kondisi sebelum reklamasi sampai setelah adanya reklamasi pada kawasan pelabuhan PT Petrokimia Gresik. Dalam perhitungan laju sedimentasi pada daerah pelabuhan dilakukan simulasi selama 15 hari dengan faktor skala morfologi 6. Untuk mempermudah perhitungan, wilayah pelabuhan dibagi menjadi tiga area dengan pembagian luasan kondisi eksisting sama dengan kondisi reklamasi.

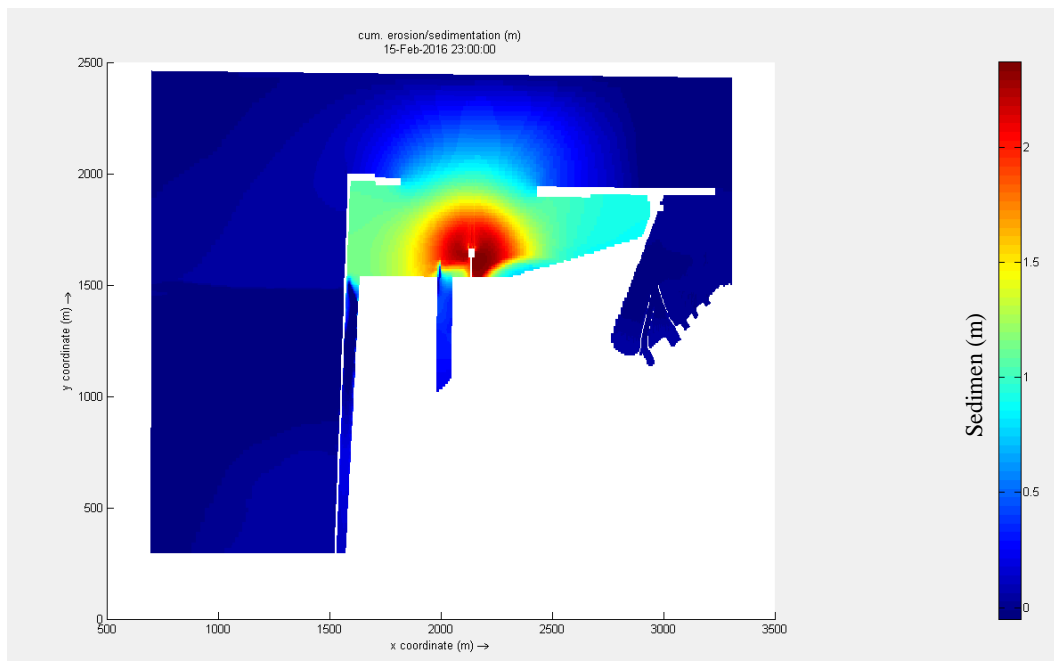


Gambar 4.16 Pembagian Perhitungan Area pada Kondisi Setelah Reklamasi

Pada kondisi sebelum dilakukan reklamasi, area pertama memiliki volume sedimen sebesar  $158.194 \text{ m}^3$ , volume sedimen pada area kedua sebesar  $29.014,6 \text{ m}^3$  dan volume sedimen pada area ketiga sebesar  $54.389,6 \text{ m}^3$ . Sehingga laju sedimentasi pada kondisi sebelum dilakukan reklamasi  $24.015 \text{ cm/bulan}$ .



Gambar 4.17 Komulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Eksisting



Gambar 4.18 Komulatif Erosi dan Sedimentasi pada Kondisi Reklamasi

Sedangkan pada kondisi setelah reklamasi, area pertama memiliki volume sedimen sebesar 389.299 m<sup>3</sup>, volume sedimen pada area kedua sebesar 71.108,5 m<sup>3</sup> dan volume sedimen pada area ketiga sebesar 108.130 m<sup>3</sup>. Sehingga laju sedimentasi pada kondisi setelah reklamasi 55,831 cm/bulan.



Tabel 4.11 Perbandingan Hasil Sedimentasi

Kondisi	Area Ke-	Volume (m <sup>3</sup> )	Laju sedimentasi (cm/bulan)	Total Laju Sedimentasi (cm/bulan)
Eksisting	Area 1	158.194	8,276	24,015
	Area 2	29.014,6	9,813	
	Area 3	54.389,6	5,925	
Reklamasi	Area 1	389.229	20,265	55,831
	Area 2	71.108,5	23,779	
	Area 3	108.130	11,788	

#### 4.7 Perbandingan Sedimentasi Eksisting dan Reklamasi

Data besarnya sedimen didapatkan dari hasil running Delft3D dengan modul Flow dengan waktu simulasi 15 hari dengan skala faktor morfologi 6, dengan itu dapat mengetahui sedimentasi yang terjadi akibat adanya reklamasi di pelabuhan PT Petrokimia. Pada kondisi eksisting memiliki besar volume sedimen 241.598,2 m<sup>3</sup> dan laju sedimentasi 24,015 cm/bulan. Untuk kondisi reklamasi dengan besar volume sedimen 568.467,5 m<sup>3</sup> dan laju sedimentasi 55,831 cm/bulan. Maka selisih volume sedimen antara kondisi eksisting dan sesudah reklamasi yaitu 326.869 m<sup>3</sup> dan selisih laju sedimen yaitu 31,817 cm/bulan. Berikut adalah tabel hasil perbandingan sedimentasi kondisi eksisting dan reklamasi.

Tabel 4.12 Perbandingan Kondisi Eksisting dan Reklamasi

Kondisi	Total Area (m <sup>2</sup> )	Total Volume Sedimen (m <sup>3</sup> )	Total Laju Sedimentasi (cm/bulan)
Eksisting	1.189.661	241.598,2	24,015
Reklamasi	522.847,8	568.467,5	55,831

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil analisis yang telah dilakukan terhadap rumusan masalah yang telah disusun, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kecepatan arus yang terjadi di kawasan pelabuhan PT. Petrokimia sebelum dan sesudah adanya reklamasi mengalami perubahan (dapat dilihat pada Tabel 4.9) dikarenakan perubahan luasan daratan adanya reklamasi tersebut.
2. Besar volume sedimen pada kondisi eksisting yaitu  $241.598,2 \text{ m}^3$  dan laju sedimentasi  $24,015 \text{ cm/bulan}$ . Untuk kondisi reklamasi memiliki besar volume sedimen  $568.467,5 \text{ m}^3$  dan laju sedimentasi  $55,831 \text{ cm/bulan}$ . Maka selisih volume sedimen antara kondisi eksisting dan sesudah reklamasi yaitu  $326.869,3 \text{ m}^3$  dan selisih laju sedimen yaitu  $31,817 \text{ cm/bulan}$ .

#### **5.2 Saran**

Saran yang bisa penulis berikan dari Tugas Akhir ini sebagai bahan pertimbangan dan studi lebih lanjut dimasa mendatang adalah:

1. Perlu adanya data sedimen dasar yang lebih kompleks, seperti data diameter butiran dan konsentrasi sedimen beberapa titik di lokasi studi untuk memperoleh hasil yang lebih baik.
2. Perlu adanya data arus di lokasi studi untuk memperoleh hasil pemodelan pola arus yang lebih baik dan dapat melakukan validasi pemodelan.
3. Perlu adanya penelitian tentang prediksi ke depan untuk memprediksi bagaimana volume sedimen untuk beberapa tahun ke depan.
4. Daerah Selat Madura merupakan daerah yang sangat padat kawasan industri dan alur pelayarannya, sehingga perlu dilakukan analisis arus dan sedimen secara berkala.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Zuriati. 2011. **Analisa Pola Arus dan Laju Sedimentasi terhadap Perubahan Batimetri di Perairan Teluk Tomini Gorontalo**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS, Surabaya.
- Aristantya, M. 2016. **Kajian Pustaka mengenai Reklamasi Pantai**. Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Udaya. Denpasar.
- Bambang, A. 2011. **Studi Dampak Reklamasi di Kawasan Kenjeran dengan Penekanan pada Pola Arus dan Transpor Sedimen**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- Cahyadi, Dony E. 2009. **Analisa Sedimentasi akibat Reklamasi di Teluk Lamong**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- CERC. 1984. **Shore Protection Manual**. US Army Coastal Engineering Research Center: Mississipi.
- Delft 3D User Manual. 2014. **Simulation of Multi-Dimensional Hydrodynamic Flows and Transport Phenomena, Including Sediments**. Netherland: Deltares.
- Delft 3D User Manual. 2014. **Modul: Delft3D Functional Specifications**. Netherland: Deltares.
- Damerianne, Happy A. 2013. **Analisa Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTGU Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangunan) UPB Perak Grati**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- Fahmi, Muhamad B. 2016. **Analisa Laju Sedimentasi akibat Rencana Reklamasi di Teluk Segendis Bontang**. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- Fredsoe, Jorgen dan Rolf Deigard. 1992. **Advanced Series on Ocean Engineering Volume 3: Mechanics of Coastal Sediment Transport**. Word Scientific: Institut of Hydrodynamics and Hydraulic Engineering Technical University of Denmark.
- Hafli, T. M. 2014. **Simulasi Numerik Perubahan Morfologi Pantai akibat Konstruksi Jetty pada Muara Lambada Lhok Aceh Besar**

- Menggunakan Software Delft3D.** Tugas akhir Universitas Syiah Kuala Darussalam. Banda Aceh.
- Hakim, M. H. 2010. **Studi Penanggulangan Sedimentasi di Pelabuhan Domestik PT. Terminal Petikemas Surabaya.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya
- Komar, P.D. 1983. **CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion.** CRC Press. Inc Boca Raton. Florida
- Liu, Zhou. 2001. **Sediment Transport.** Laboratoriet for Hydraulik og Havnebygning Instituttet for Vand, Jord og Miljøteknik Aalborg Universitet.
- McAnally, W. H., Haydel, J. F., & Savant, G. 2004. **Port Sedimentation Solutions for The Tennessee-Tombigbee Waterway in Mississippi.** Mississippi: Ports and Waterways Division Mississippi Department of Transportation.
- Munandar, R. K. 2014. **Karakteristik Sedimen di Perairan Desa Tanjung Momong Kecamatan Siantan Kabupaten Kepulauan Anambas.** Tugas Akhir University Maritime Raja Ali Haji. Tanjungpinang.
- Pratikto, W. A., Haryo D. A., Suntoyo. 1996. **Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut.** BPFE. Yogyakarta.
- Poerbandono dan Djunarsjah, E. 2005. **Survei Hidrografi.** Refika Aditama. Bandung
- Pond, Stephen and G. L. Pickard. 1983. **Introductory Dynamical Oceanography 2<sup>nd</sup> Edition.** Elsevier Butterworth-Heinemann. New York.
- Wahyudi dan Jupantara. 2004. **Studi Simulasi Sedimentasi Akibat Pengembangan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya.** Jurnal Teknologi Kelautan Vol.8, No.2, juli 2004:74-85.
- Wicaksono, Fiqy T. 2014. **Studi Laju Sedimentasi akibat Dampak Reklamasi di Teluk Lamong Gresik.** Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.
- Tarigan, Salam. 2007. **Perubahan Garis Pantai Di Wilayah Pesisir Perairan Cisadane, Provinsi Banten.** Makara, SAINS, VOL. 11, NO. 1, APRIL 2007: 49-55

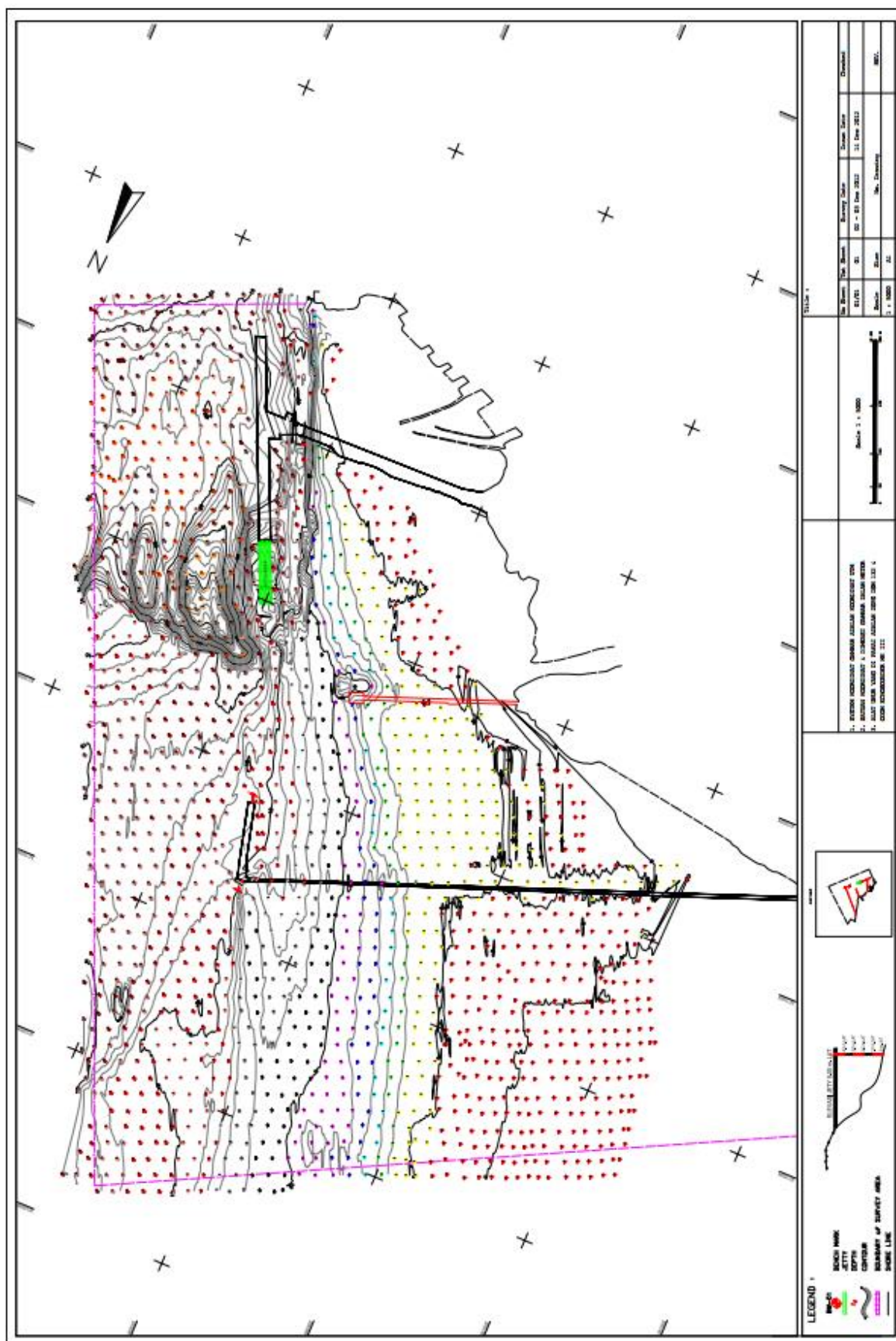
Triatmodjo, B. 1999. **Teknik Pantai**. Beta Offset. Yogyakarta.

Triatmodjo, B. 2009. **Perencanaan Pelabuhan**. Beta Offset. Yogyakarta.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



**LAMPIRAN A**  
**PETA TOPOGRAFI DAN BATIMETRI**  
**PELABUHAN PT. PETROKIMIA**



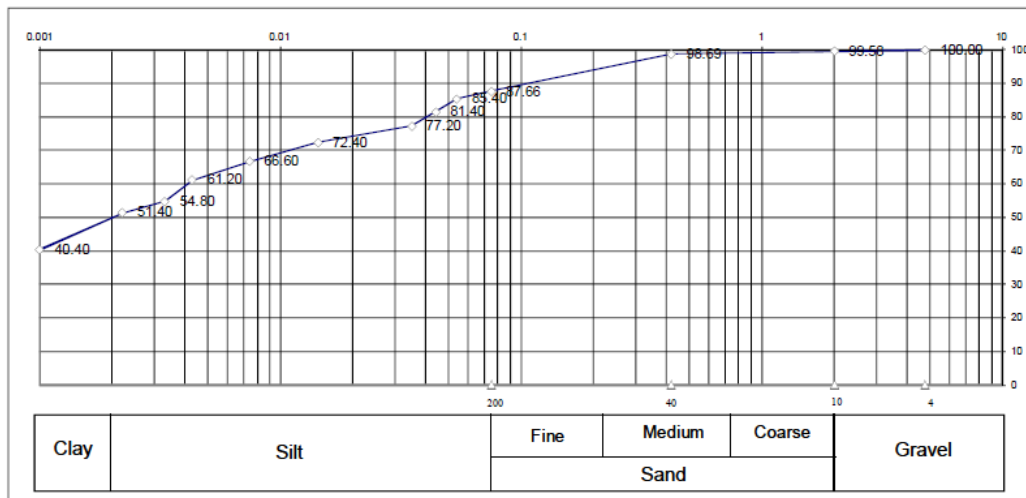
**LAMPIRAN B**  
**DATA TANAH LOKASI STUDI**

Weight of Dry Material = 86.40 gram

Sieve	Weight Retained	Total Weight Retained	% Retained	% Passing	% Total Passing
No. 4	0.00	0.00	0.00	100.00	
No. 8					
No. 10	0.36	0.36	0.42	99.58	
No. 40	0.77	1.13	1.31	98.69	
No. 100					
No. 200	9.53	10.66	12.34	87.66	

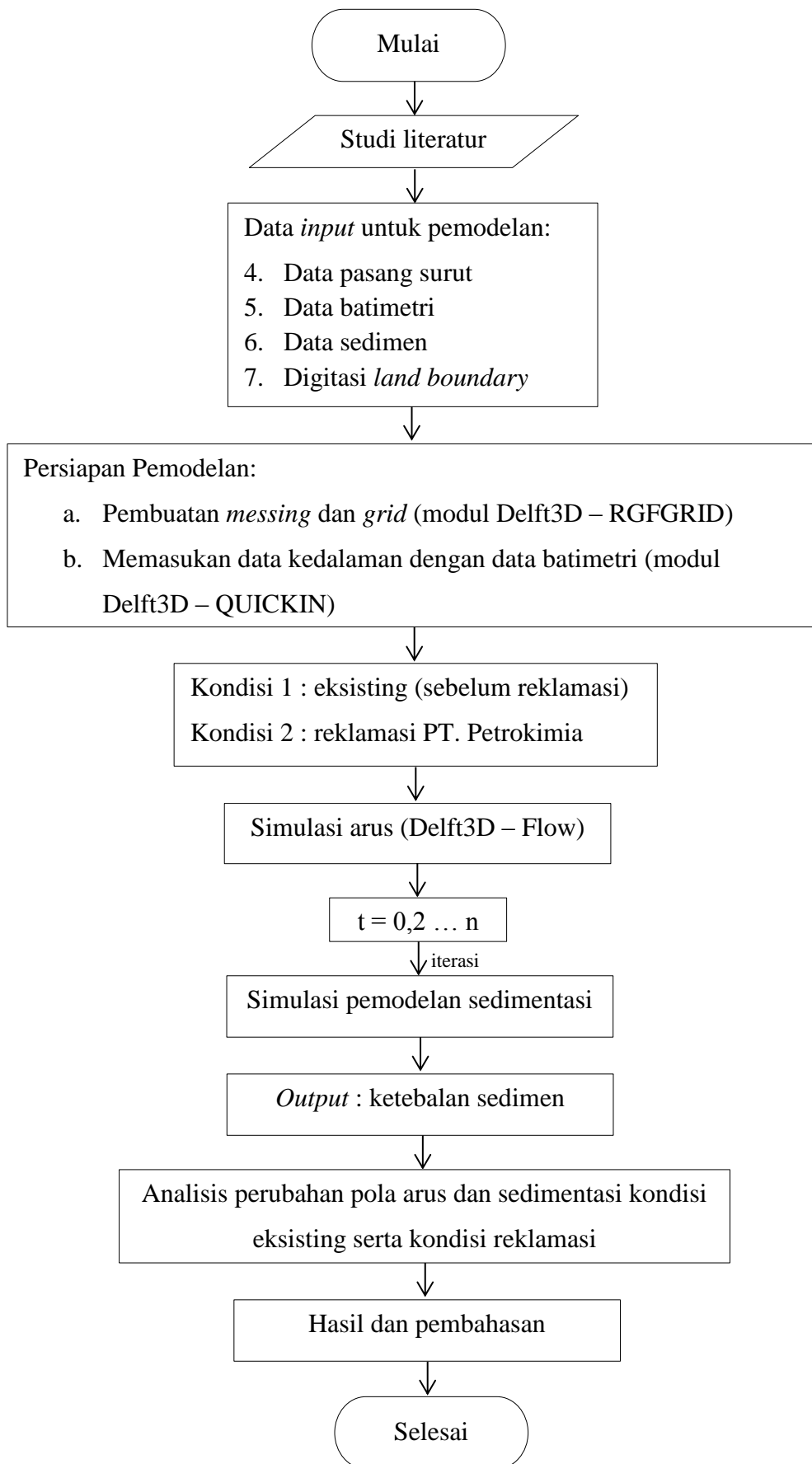
Weight of Dry Material = 60 gram

Date / Time	Time (minute)	T°C	Value Hydrometer Rh	Diameter D	Correction k	Correction Value Rh+k	Calibration	% sedimen	Total % sedimen
	0								
	0.5	29 <sup>0</sup>	40.70	0.0540	2.00	42.70	1.00	85.40	
	1		38.70	0.0440		40.70		81.40	
	2		36.60	0.0350		38.60		77.20	
	5		34.20	0.0143		36.20		72.40	
	15		31.30	0.0074		33.30		66.60	
	30		28.60	0.0043		30.60		61.20	
	1 Jam		25.40	0.0033		27.40		54.80	
	4 Jam		23.70	0.0022		25.70		51.40	
	24 Jam		18.20	0.0010		20.20		40.40	



% Gravel = 0.42%      % Silt = 38.10%  
 % Sand = 11.92%      % Clay = 49.57%

**LAMPIRAN C**  
**DIAGRAM ALIR PEMODELAN DELFT3D**



**LAMPIRAN D**  
**PERHITUNGAN KALIBRASI PASANG SURUT**

## Kalibrasi Hasil Pemodelan Pasang Surut

Waktu		Data	Model	Error	
2/1/2016 0:00	1	-0.1	-0.1	0.0000	0.0000
2/1/2016 1:00	2	-0.1	-0.3	0.0400	0.0001
2/1/2016 2:00	3	-0.1	-0.3109	0.0445	0.0001
2/1/2016 3:00	4	-0.1	-0.3164	0.0468	0.0001
2/1/2016 4:00	5	-0.2	-0.301	0.0102	0.0000
2/1/2016 5:00	6	-0.2	-0.2229	0.0005	0.0000
2/1/2016 6:00	7	-0.2	-0.1115	0.0078	0.0000
2/1/2016 7:00	8	-0.3	-0.01771	0.0797	0.0002
2/1/2016 8:00	9	-0.3	0.041	0.1163	0.0003
2/1/2016 9:00	10	-0.2	0.063	0.0692	0.0002
2/1/2016 10:00	11	-0.2	0.0342	0.0548	0.0002
2/1/2016 11:00	12	0	-0.0207	0.0004	0.0000
2/1/2016 12:00	13	0.1	-0.0716	0.0294	0.0001
2/1/2016 13:00	14	0.2	-0.107	0.0942	0.0003
2/1/2016 14:00	15	0.3	-0.085	0.1482	0.0004
2/1/2016 15:00	16	0.4	-0.017	0.1739	0.0005
2/1/2016 16:00	17	0.4	0.132	0.0718	0.0002
2/1/2016 17:00	18	0.4	0.291	0.0119	0.0000
2/1/2016 18:00	19	0.4	0.394	0.0000	0.0000
2/1/2016 19:00	20	0.3	0.4616	0.0261	0.0001
2/1/2016 20:00	21	0.2	0.496	0.0876	0.0002
2/1/2016 21:00	22	0	0.358	0.1282	0.0004
2/1/2016 22:00	23	-0.1	0.275	0.1406	0.0004
2/1/2016 23:00	24	-0.2	0.111	0.0967	0.0003
2/2/2016 0:00	25	-0.3	-0.121	0.0320	0.0001
2/2/2016 1:00	26	-0.3	-0.336	0.0013	0.0000
2/2/2016 2:00	27	-0.3	-0.472	0.0296	0.0001
2/2/2016 3:00	28	-0.3	-0.493	0.0372	0.0001
2/2/2016 4:00	29	-0.3	-0.514	0.0458	0.0001
2/2/2016 5:00	30	-0.3	-0.437	0.0188	0.0001
2/2/2016 6:00	31	-0.2	-0.216	0.0003	0.0000
2/2/2016 7:00	32	-0.2	-0.199	0.0000	0.0000
2/2/2016 8:00	33	-0.2	0.044	0.0595	0.0002
2/2/2016 9:00	34	-0.1	0.133	0.0543	0.0002
2/2/2016 10:00	35	-0.1	0.125	0.0506	0.0001
2/2/2016 11:00	36	0	0.08203	0.0067	0.0000
2/2/2016 12:00	37	0.1	-0.0092	0.0119	0.0000
2/2/2016 13:00	38	0.2	-0.09232	0.0855	0.0002
2/2/2016 14:00	39	0.3	-0.141	0.1945	0.0005
2/2/2016 15:00	40	0.4	-0.114	0.2642	0.0007



2/2/2016 16:00	41	0.5	-0.0094	0.2595	0.0007
2/2/2016 17:00	42	0.5	0.259	0.0581	0.0002
2/2/2016 18:00	43	0.5	0.359	0.0199	0.0001
2/2/2016 19:00	44	0.5	0.533	0.0011	0.0000
2/2/2016 20:00	45	0.3	0.607	0.0942	0.0003
2/2/2016 21:00	46	0.2	0.611	0.1689	0.0005
2/2/2016 22:00	47	0	0.5223	0.2728	0.0008
2/2/2016 23:00	48	-0.2	0.31509	0.2653	0.0007
2/3/2016 0:00	49	-0.4	0.0348	0.1891	0.0005
2/3/2016 1:00	50	-0.5	-0.274	0.0511	0.0001
2/3/2016 2:00	51	-0.5	-0.53	0.0009	0.0000
2/3/2016 3:00	52	-0.5	-0.69972	0.0399	0.0001
2/3/2016 4:00	53	-0.5	-0.7397	0.0575	0.0002
2/3/2016 5:00	54	-0.4	-0.6548	0.0649	0.0002
2/3/2016 6:00	55	-0.3	-0.4709	0.0292	0.0001
2/3/2016 7:00	56	-0.2	-0.23493	0.0012	0.0000
2/3/2016 8:00	57	-0.1	-0.00589	0.0089	0.0000
2/3/2016 9:00	58	0	0.161345	0.0260	0.0001
2/3/2016 10:00	59	0	0.231061	0.0534	0.0001
2/3/2016 11:00	60	0	0.197435	0.0390	0.0001
2/3/2016 12:00	61	0	0.086255	0.0074	0.0000
2/3/2016 13:00	62	0.1	-0.05404	0.0237	0.0001
2/3/2016 14:00	63	0.2	-0.16753	0.1351	0.0004
2/3/2016 15:00	64	0.3	-0.20685	0.2569	0.0007
2/3/2016 16:00	65	0.5	-0.14529	0.4164	0.0012
2/3/2016 17:00	66	0.6	0.016689	0.3403	0.0009
2/3/2016 18:00	67	0.7	0.250811	0.2018	0.0006
2/3/2016 19:00	68	0.7	0.505292	0.0379	0.0001
2/3/2016 20:00	69	0.6	0.715697	0.0134	0.0000
2/3/2016 21:00	70	0.4	0.820533	0.1768	0.0005
2/3/2016 22:00	71	0.1	0.778847	0.4608	0.0013
2/3/2016 23:00	72	-0.1	0.583841	0.4676	0.0013
2/4/2016 0:00	73	-0.4	0.266903	0.4448	0.0012
2/4/2016 1:00	74	-0.6	-0.10994	0.2402	0.0007
2/4/2016 2:00	75	-0.7	-0.47031	0.0528	0.0001
2/4/2016 3:00	76	-0.7	-0.74254	0.0018	0.0000
2/4/2016 4:00	77	-0.7	-0.87591	0.0309	0.0001
2/4/2016 5:00	78	-0.5	-0.8507	0.1230	0.0003
2/4/2016 6:00	79	-0.3	-0.68173	0.1457	0.0004
2/4/2016 7:00	80	-0.2	-0.41531	0.0464	0.0001
2/4/2016 8:00	81	0	-0.1187	0.0141	0.0000
2/4/2016 9:00	82	0	0.134281	0.0180	0.0001
2/4/2016 10:00	83	0.1	0.284771	0.0341	0.0001

2/4/2016 11:00	84	0	0.304634	0.0928	0.0003
2/4/2016 12:00	85	0	0.204984	0.0420	0.0001
2/4/2016 13:00	86	0	0.031979	0.0010	0.0000
2/4/2016 14:00	87	0.1	-0.14791	0.0615	0.0002
2/4/2016 15:00	88	0.2	-0.26757	0.2186	0.0006
2/4/2016 16:00	89	0.4	-0.2774	0.4589	0.0013
2/4/2016 17:00	90	0.6	-0.15765	0.5740	0.0016
2/4/2016 18:00	91	0.7	0.076356	0.3889	0.0011
2/4/2016 19:00	92	0.8	0.376553	0.1793	0.0005
2/4/2016 20:00	93	0.8	0.671491	0.0165	0.0000
2/4/2016 21:00	94	0.6	0.882576	0.0798	0.0002
2/4/2016 22:00	95	0.4	0.944768	0.2968	0.0008
2/4/2016 23:00	96	0	0.82588	0.6821	0.0019
2/5/2016 0:00	97	-0.3	0.537782	0.7019	0.0019
2/5/2016 1:00	98	-0.6	0.134818	0.5400	0.0015
2/5/2016 2:00	99	-0.8	-0.30028	0.2497	0.0007
2/5/2016 3:00	100	-0.9	-0.67767	0.0494	0.0001
2/5/2016 4:00	101	-0.9	-0.9222	0.0005	0.0000
2/5/2016 5:00	102	-0.7	-0.98983	0.0840	0.0002
2/5/2016 6:00	103	-0.5	-0.87627	0.1416	0.0004
2/5/2016 7:00	104	-0.2	-0.61734	0.1742	0.0005
2/5/2016 8:00	105	0	-0.2814	0.0792	0.0002
2/5/2016 9:00	106	0.1	0.04669	0.0028	0.0000
2/5/2016 10:00	107	0.1	0.28677	0.0349	0.0001
2/5/2016 11:00	108	0.1	0.385426	0.0815	0.0002
2/5/2016 12:00	109	0	0.330996	0.1096	0.0003
2/5/2016 13:00	110	0	0.156601	0.0245	0.0001
2/5/2016 14:00	111	0	-0.07073	0.0050	0.0000
2/5/2016 15:00	112	0.1	-0.27034	0.1372	0.0004
2/5/2016 16:00	113	0.2	-0.37056	0.3255	0.0009
2/5/2016 17:00	114	0.5	-0.32733	0.6845	0.0019
2/5/2016 18:00	115	0.7	-0.13511	0.6974	0.0019
2/5/2016 19:00	116	0.9	0.171101	0.5313	0.0015
2/5/2016 20:00	117	1	0.522334	0.2282	0.0006
2/5/2016 21:00	118	0.9	0.830723	0.0048	0.0000
2/5/2016 22:00	119	0.6	1.01112	0.1690	0.0005
2/5/2016 23:00	120	0.3	1.00441	0.4962	0.0014
2/6/2016 0:00	121	-0.1	0.795561	0.8020	0.0022
2/6/2016 1:00	122	-0.5	0.419722	0.8459	0.0023
2/6/2016 2:00	123	-0.9	-0.04631	0.7288	0.0020
2/6/2016 3:00	124	-1	-0.50406	0.2460	0.0007
2/6/2016 4:00	125	-1.1	-0.85822	0.0585	0.0002
2/6/2016 5:00	126	-0.9	-1.03901	0.0193	0.0001

2/6/2016 6:00	127	-0.6	-1.0171	0.1740	0.0005
2/6/2016 7:00	128	-0.3	-0.80893	0.2590	0.0007
2/6/2016 8:00	129	0	-0.47332	0.2240	0.0006
2/6/2016 9:00	130	0.1	-0.09697	0.0388	0.0001
2/6/2016 10:00	131	0.2	0.225507	0.0007	0.0000
2/6/2016 11:00	132	0.2	0.417039	0.0471	0.0001
2/6/2016 12:00	133	0.1	0.438875	0.1148	0.0003
2/6/2016 13:00	134	0	0.301534	0.0909	0.0003
2/6/2016 14:00	135	-0.1	0.060722	0.0258	0.0001
2/6/2016 15:00	136	-0.1	-0.19985	0.0100	0.0000
2/6/2016 16:00	137	0	-0.39253	0.1541	0.0004
2/6/2016 17:00	138	0.3	-0.4493	0.5614	0.0016
2/6/2016 18:00	139	0.6	-0.33889	0.8815	0.0024
2/6/2016 19:00	140	0.8	-0.07474	0.7652	0.0021
2/6/2016 20:00	141	1	0.287692	0.5074	0.0014
2/6/2016 21:00	142	1.1	0.661676	0.1921	0.0005
2/6/2016 22:00	143	0.9	0.950546	0.0026	0.0000
2/6/2016 23:00	144	0.6	1.07219	0.2230	0.0006
2/7/2016 0:00	145	0.1	0.722	0.3869	0.0011
2/7/2016 1:00	146	-0.4	0.5037	0.8167	0.0023
2/7/2016 2:00	147	-0.8	0.37702	1.3854	0.0038
2/7/2016 3:00	148	-1.1	-0.44641	0.4272	0.0012
2/7/2016 4:00	149	-1.2	-0.68328	0.2670	0.0007
2/7/2016 5:00	150	-1.1	-0.97685	0.0152	0.0000
2/7/2016 6:00	151	-0.8	-1.06917	0.0725	0.0002
2/7/2016 7:00	152	-0.5	-0.90928	0.1675	0.0005
2/7/2016 8:00	153	-0.1	-0.60901	0.2591	0.0007
2/7/2016 9:00	154	0.2	-0.27731	0.2278	0.0006
2/7/2016 10:00	155	0.3	0.101974	0.0392	0.0001
2/7/2016 11:00	156	0.3	0.382542	0.0068	0.0000
2/7/2016 12:00	157	0.2	0.499788	0.0899	0.0002
2/7/2016 13:00	158	0	0.435959	0.1901	0.0005
2/7/2016 14:00	159	-0.1	0.224594	0.1054	0.0003
2/7/2016 15:00	160	-0.2	-0.06032	0.0195	0.0001
2/7/2016 16:00	161	-0.2	-0.32604	0.0159	0.0000
2/7/2016 17:00	162	0	-0.48638	0.2366	0.0007
2/7/2016 18:00	163	0.4	-0.4294	0.6879	0.0019
2/7/2016 19:00	164	0.7	-0.3	1.0000	0.0028
2/7/2016 20:00	165	1	0.114188	0.7847	0.0022
2/7/2016 21:00	166	1.1	0.464	0.4045	0.0011
2/7/2016 22:00	167	1.1	0.76918	0.1094	0.0003
2/7/2016 23:00	168	0.8	1.00223	0.0409	0.0001
2/8/2016 0:00	169	0.4	1.04866	0.4208	0.0012

2/8/2016 1:00	170	-0.1	0.8375	0.8789	0.0024
2/8/2016 2:00	171	-0.6	0.21235	0.6599	0.0018
2/8/2016 3:00	172	-1	-0.00346	0.9931	0.0028
2/8/2016 4:00	173	-1.2	-0.467	0.5373	0.0015
2/8/2016 5:00	174	-1.2	-0.83246	0.1351	0.0004
2/8/2016 6:00	175	-1	-1.01034	0.0001	0.0000
2/8/2016 7:00	176	-0.6	-1.00652	0.1653	0.0005
2/8/2016 8:00	177	-0.3	-0.8039	0.2539	0.0007
2/8/2016 9:00	178	0.1	-0.46042	0.3141	0.0009
2/8/2016 10:00	179	0.3	-0.06615	0.1341	0.0004
2/8/2016 11:00	180	0.4	0.27906	0.0146	0.0000
2/8/2016 12:00	181	0.3	0.491207	0.0366	0.0001
2/8/2016 13:00	182	0.1	0.524705	0.1804	0.0005
2/8/2016 14:00	183	-0.1	0.384257	0.2345	0.0007
2/8/2016 15:00	184	-0.3	0.12221	0.1783	0.0005
2/8/2016 16:00	185	-0.3	-0.17716	0.0151	0.0000
2/8/2016 17:00	186	-0.2	-0.42135	0.0490	0.0001
2/8/2016 18:00	187	0.1	-0.5341	0.4021	0.0011
2/8/2016 19:00	188	0.4	-0.406	0.6496	0.0018
2/8/2016 20:00	189	0.8	-0.21	1.0201	0.0028
2/8/2016 21:00	190	1.1	0.198485	0.8127	0.0023
2/8/2016 22:00	191	1.2	0.49267	0.5003	0.0014
2/8/2016 23:00	192	1	0.798177	0.0407	0.0001
2/9/2016 0:00	193	0.7	0.969343	0.0725	0.0002
2/9/2016 1:00	194	0.2	0.941331	0.5496	0.0015
2/9/2016 2:00	195	-0.3	0.7117	1.0235	0.0028
2/9/2016 3:00	196	-0.8	0.28207	1.1709	0.0033
2/9/2016 4:00	197	-1.1	-0.3892	0.5052	0.0014
2/9/2016 5:00	198	-1.2	-0.54385	0.4305	0.0012
2/9/2016 6:00	199	-1.1	-0.84034	0.0674	0.0002
2/9/2016 7:00	200	-0.8	-0.9525	0.0233	0.0001
2/9/2016 8:00	201	-0.4	-0.86376	0.2151	0.0006
2/9/2016 9:00	202	0	-0.60441	0.3653	0.0010
2/9/2016 10:00	203	0.3	-0.24439	0.2964	0.0008
2/9/2016 11:00	204	0.5	0.123196	0.1420	0.0004
2/9/2016 12:00	205	0.4	0.40727	0.0001	0.0000
2/9/2016 13:00	206	0.3	0.540711	0.0579	0.0002
2/9/2016 14:00	207	0	0.499033	0.2490	0.0007
2/9/2016 15:00	208	-0.2	0.305504	0.2555	0.0007
2/9/2016 16:00	209	-0.4	0.023431	0.1793	0.0005
2/9/2016 17:00	210	-0.4	-0.26215	0.0190	0.0001
2/9/2016 18:00	211	-0.2	-0.46735	0.0715	0.0002
2/9/2016 19:00	212	0.1	-0.5307	0.3978	0.0011

2/9/2016 20:00	213	0.5	-0.42832	0.8618	0.0024
2/9/2016 21:00	214	0.9	-0.17976	1.1659	0.0032
2/9/2016 22:00	215	1.1	0.156507	0.8902	0.0025
2/9/2016 23:00	216	1.1	0.496257	0.3645	0.0010
2/10/2016 0:00	217	0.9	0.751407	0.0221	0.0001
2/10/2016 1:00	218	0.5	0.852837	0.1245	0.0003
2/10/2016 2:00	219	0	0.769114	0.5915	0.0016
2/10/2016 3:00	220	-0.5	0.515092	1.0304	0.0029
2/10/2016 4:00	221	-0.9	0.147666	1.0976	0.0030
2/10/2016 5:00	222	-1.2	-0.2493	0.9038	0.0025
2/10/2016 6:00	223	-1.1	-0.58623	0.2640	0.0007
2/10/2016 7:00	224	-0.9	-0.78927	0.0123	0.0000
2/10/2016 8:00	225	-0.6	-0.81719	0.0472	0.0001
2/10/2016 9:00	226	-0.1	-0.67024	0.3252	0.0009
2/10/2016 10:00	227	0.2	-0.39071	0.3489	0.0010
2/10/2016 11:00	228	0.5	-0.05112	0.3037	0.0008
2/10/2016 12:00	229	0.5	0.262837	0.0562	0.0002
2/10/2016 13:00	230	0.4	0.474805	0.0056	0.0000
2/10/2016 14:00	231	0.2	0.537524	0.1139	0.0003
2/10/2016 15:00	232	-0.1	0.444265	0.2962	0.0008
2/10/2016 16:00	233	-0.3	0.22917	0.2800	0.0008
2/10/2016 17:00	234	-0.4	-0.04335	0.1272	0.0004
2/10/2016 18:00	235	-0.4	-0.29628	0.0108	0.0000
2/10/2016 19:00	236	-0.1	-0.45969	0.1294	0.0004
2/10/2016 20:00	237	0.2	-0.48797	0.4733	0.0013
2/10/2016 21:00	238	0.6	-0.3707	0.9423	0.0026
2/10/2016 22:00	239	0.9	-0.13549	1.0722	0.0030
2/10/2016 23:00	240	1	0.15877	0.7077	0.0020
2/11/2016 0:00	241	0.9	0.436179	0.2151	0.0006
2/11/2016 1:00	242	0.7	0.624189	0.0057	0.0000
2/11/2016 2:00	243	0.2	0.672398	0.2232	0.0006
2/11/2016 3:00	244	-0.2	0.565887	0.5866	0.0016
2/11/2016 4:00	245	-0.7	0.328442	1.0577	0.0029
2/11/2016 5:00	246	-1	0.015674	1.0316	0.0029
2/11/2016 6:00	247	-1.1	-0.29944	0.6409	0.0018
2/11/2016 7:00	248	-1	-0.54439	0.2076	0.0006
2/11/2016 8:00	249	-0.7	-0.66413	0.0013	0.0000
2/11/2016 9:00	250	-0.3	-0.63378	0.1114	0.0003
2/11/2016 10:00	251	0.1	-0.46443	0.3186	0.0009
2/11/2016 11:00	252	0.4	-0.20057	0.3607	0.0010
2/11/2016 12:00	253	0.6	0.091746	0.2583	0.0007
2/11/2016 13:00	254	0.5	0.340532	0.0254	0.0001
2/11/2016 14:00	255	0.4	0.487714	0.0077	0.0000

2/11/2016 15:00	256	0.1	0.50278	0.1622	0.0005
2/11/2016 16:00	257	-0.2	0.389446	0.3474	0.0010
2/11/2016 17:00	258	-0.4	0.182957	0.3398	0.0009
2/11/2016 18:00	259	-0.4	-0.06011	0.1155	0.0003
2/11/2016 19:00	260	-0.3	-0.27632	0.0006	0.0000
2/11/2016 20:00	261	-0.1	-0.41082	0.0966	0.0003
2/11/2016 21:00	262	0.2	-0.43037	0.3974	0.0011
2/11/2016 22:00	263	0.5	-0.33137	0.6912	0.0019
2/11/2016 23:00	264	0.8	-0.14094	0.8854	0.0025
2/12/2016 0:00	265	0.8	0.090167	0.5039	0.0014
2/12/2016 1:00	266	0.7	0.301067	0.1591	0.0004
2/12/2016 2:00	267	0.4	0.436812	0.0014	0.0000
2/12/2016 3:00	268	0	0.462762	0.2141	0.0006
2/12/2016 4:00	269	-0.4	0.372634	0.5970	0.0017
2/12/2016 5:00	270	-0.7	0.188952	0.7902	0.0022
2/12/2016 6:00	271	-0.9	-0.04343	0.7337	0.0020
2/12/2016 7:00	272	-0.9	-0.26844	0.3989	0.0011
2/12/2016 8:00	273	-0.7	-0.43198	0.0718	0.0002
2/12/2016 9:00	274	-0.4	-0.49455	0.0089	0.0000
2/12/2016 10:00	275	0	-0.44089	0.1944	0.0005
2/12/2016 11:00	276	0.3	-0.28403	0.3411	0.0009
2/12/2016 12:00	277	0.5	-0.06206	0.3159	0.0009
2/12/2016 13:00	278	0.6	0.171536	0.1836	0.0005
2/12/2016 14:00	279	0.5	0.362068	0.0190	0.0001
2/12/2016 15:00	280	0.3	0.466981	0.0279	0.0001
2/12/2016 16:00	281	0	0.465601	0.2168	0.0006
2/12/2016 17:00	282	-0.2	0.362509	0.3164	0.0009
2/12/2016 18:00	283	-0.4	0.185044	0.3423	0.0010
2/12/2016 19:00	284	-0.4	-0.02375	0.1416	0.0004
2/12/2016 20:00	285	-0.3	-0.21512	0.0072	0.0000
2/12/2016 21:00	286	-0.1	-0.34576	0.0604	0.0002
2/12/2016 22:00	287	0.2	-0.38809	0.3458	0.0010
2/12/2016 23:00	288	0.4	-0.33711	0.5433	0.0015
2/13/2016 0:00	289	0.6	-0.2114	0.6584	0.0018
2/13/2016 1:00	290	0.6	-0.04715	0.4188	0.0012
2/13/2016 2:00	291	0.5	0.111512	0.1509	0.0004
2/13/2016 3:00	292	0.2	0.224535	0.0006	0.0000
2/13/2016 4:00	293	-0.1	0.26567	0.1337	0.0004
2/13/2016 5:00	294	-0.4	0.227381	0.3936	0.0011
2/13/2016 6:00	295	-0.7	0.121568	0.6750	0.0019
2/13/2016 7:00	296	-0.7	-0.02366	0.4574	0.0013
2/13/2016 8:00	297	-0.7	-0.1703	0.2806	0.0008
2/13/2016 9:00	298	-0.5	-0.27909	0.0488	0.0001

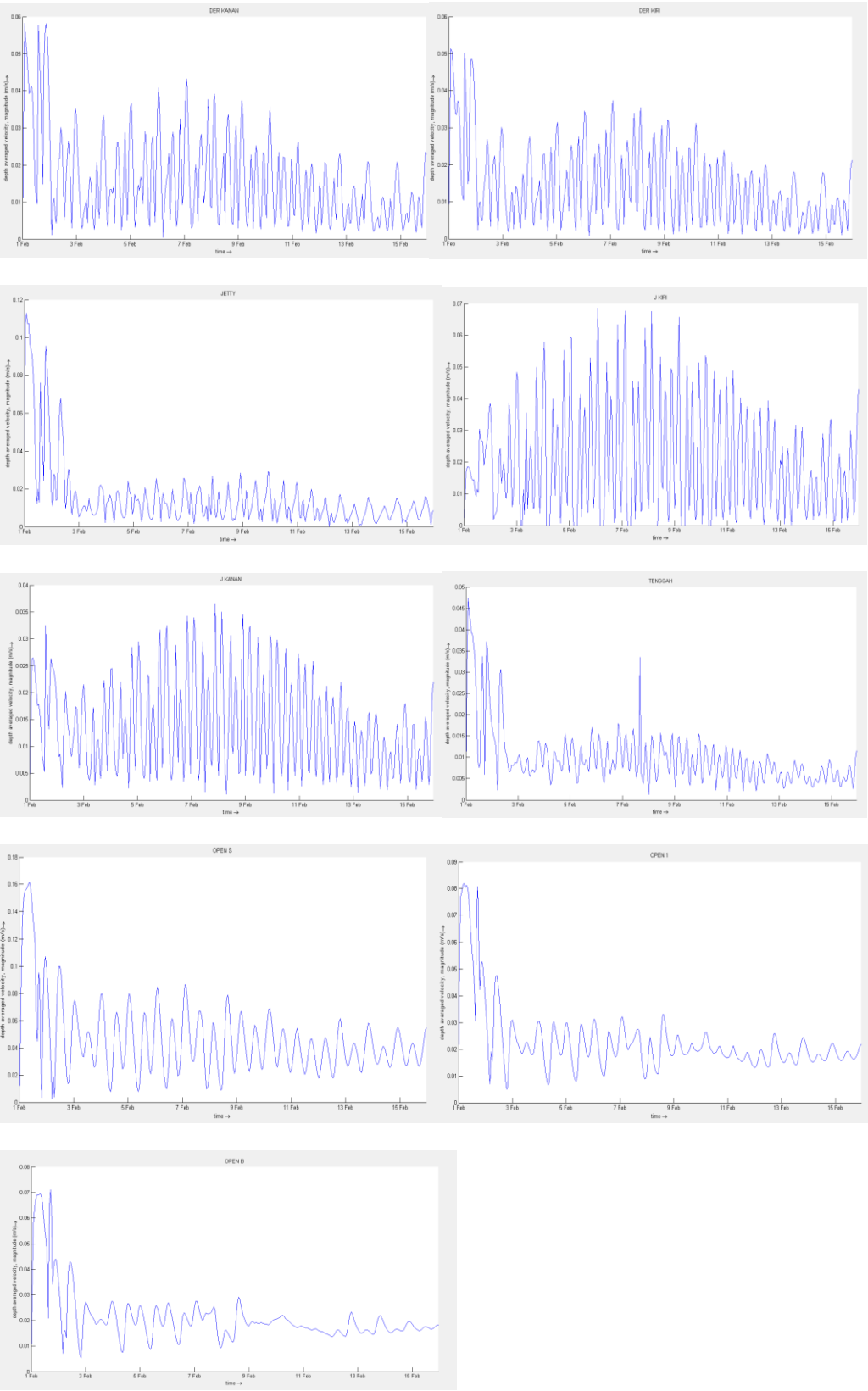
2/13/2016 10:00	299	-0.2	-0.31917	0.0142	0.0000
2/13/2016 11:00	300	0.2	-0.2764	0.2270	0.0006
2/13/2016 12:00	301	0.4	-0.15747	0.3108	0.0009
2/13/2016 13:00	302	0.6	0.011898	0.3459	0.0010
2/13/2016 14:00	303	0.6	0.193872	0.1649	0.0005
2/13/2016 15:00	304	0.5	0.348283	0.0230	0.0001
2/13/2016 16:00	305	0.3	0.441651	0.0201	0.0001
2/13/2016 17:00	306	0	0.453797	0.2059	0.0006
2/13/2016 18:00	307	-0.2	0.381232	0.3378	0.0009
2/13/2016 19:00	308	-0.3	0.23768	0.2891	0.0008
2/13/2016 20:00	309	-0.4	0.051672	0.2040	0.0006
2/13/2016 21:00	310	-0.3	-0.13901	0.0259	0.0001
2/13/2016 22:00	311	-0.1	-0.29577	0.0383	0.0001
2/13/2016 23:00	312	0.1	-0.38859	0.2387	0.0007
2/14/2016 0:00	313	0.2	-0.40335	0.3640	0.0010
2/14/2016 1:00	314	0.3	-0.34452	0.4154	0.0012
2/14/2016 2:00	315	0.3	-0.23246	0.2835	0.0008
2/14/2016 3:00	316	0.2	-0.0971	0.0883	0.0002
2/14/2016 4:00	317	0	0.029549	0.0009	0.0000
2/14/2016 5:00	318	-0.2	0.119844	0.1023	0.0003
2/14/2016 6:00	319	-0.4	0.155873	0.3090	0.0009
2/14/2016 7:00	320	-0.5	0.132908	0.4006	0.0011
2/14/2016 8:00	321	-0.5	0.061329	0.3151	0.0009
2/14/2016 9:00	322	-0.4	-0.03497	0.1332	0.0004
2/14/2016 10:00	323	-0.2	-0.12427	0.0057	0.0000
2/14/2016 11:00	324	0	-0.17576	0.0309	0.0001
2/14/2016 12:00	325	0.3	-0.16847	0.2195	0.0006
2/14/2016 13:00	326	0.5	-0.09711	0.3565	0.0010
2/14/2016 14:00	327	0.6	0.027092	0.3282	0.0009
2/14/2016 15:00	328	0.6	0.179663	0.1767	0.0005
2/14/2016 16:00	329	0.5	0.328405	0.0294	0.0001
2/14/2016 17:00	330	0.3	0.439875	0.0196	0.0001
2/14/2016 18:00	331	0.1	0.485532	0.1486	0.0004
2/14/2016 19:00	332	-0.1	0.448062	0.3004	0.0008
2/14/2016 20:00	333	-0.3	0.326669	0.3927	0.0011
2/14/2016 21:00	334	-0.3	0.139335	0.1930	0.0005
2/14/2016 22:00	335	-0.3	-0.07991	0.0484	0.0001
2/14/2016 23:00	336	-0.2	-0.28888	0.0079	0.0000
2/15/2016 0:00	337	-0.1	-0.44775	0.1209	0.0003
2/15/2016 1:00	338	0	-0.52851	0.2793	0.0008
2/15/2016 2:00	339	0.1	-0.52043	0.3849	0.0011
2/15/2016 3:00	340	0.1	-0.43081	0.2818	0.0008
2/15/2016 4:00	341	0	-0.28232	0.0797	0.0002

2/15/2016 5:00	342	-0.1	-0.10887	0.0001	0.0000
2/15/2016 6:00	343	-0.2	0.051822	0.0634	0.0002
2/15/2016 7:00	344	-0.3	0.165383	0.2166	0.0006
2/15/2016 8:00	345	-0.3	0.209703	0.2598	0.0007
2/15/2016 9:00	346	-0.3	0.181781	0.2321	0.0006
2/15/2016 10:00	347	-0.2	0.099178	0.0895	0.0002
2/15/2016 11:00	348	-0.1	-0.00498	0.0090	0.0000
2/15/2016 12:00	349	0.1	-0.09204	0.0369	0.0001
2/15/2016 13:00	350	0.3	-0.12898	0.1840	0.0005
2/15/2016 14:00	351	0.5	-0.09689	0.3563	0.0010
2/15/2016 15:00	352	0.6	0.004851	0.3542	0.0010
2/15/2016 16:00	353	0.6	0.158418	0.1950	0.0005
2/15/2016 17:00	354	0.5	0.330947	0.0286	0.0001
2/15/2016 18:00	355	0.3	0.480128	0.0324	0.0001
2/15/2016 19:00	356	0.1	0.563275	0.2146	0.0006
2/15/2016 20:00	357	-0.1	0.548396	0.4204	0.0012
2/15/2016 21:00	358	-0.2	0.42439	0.3899	0.0011
2/15/2016 22:00	359	-0.4	0.206386	0.3677	0.0010
2/15/2016 23:00	360	-0.4	-0.06666	0.1111	0.0003
RMSE	0.39				

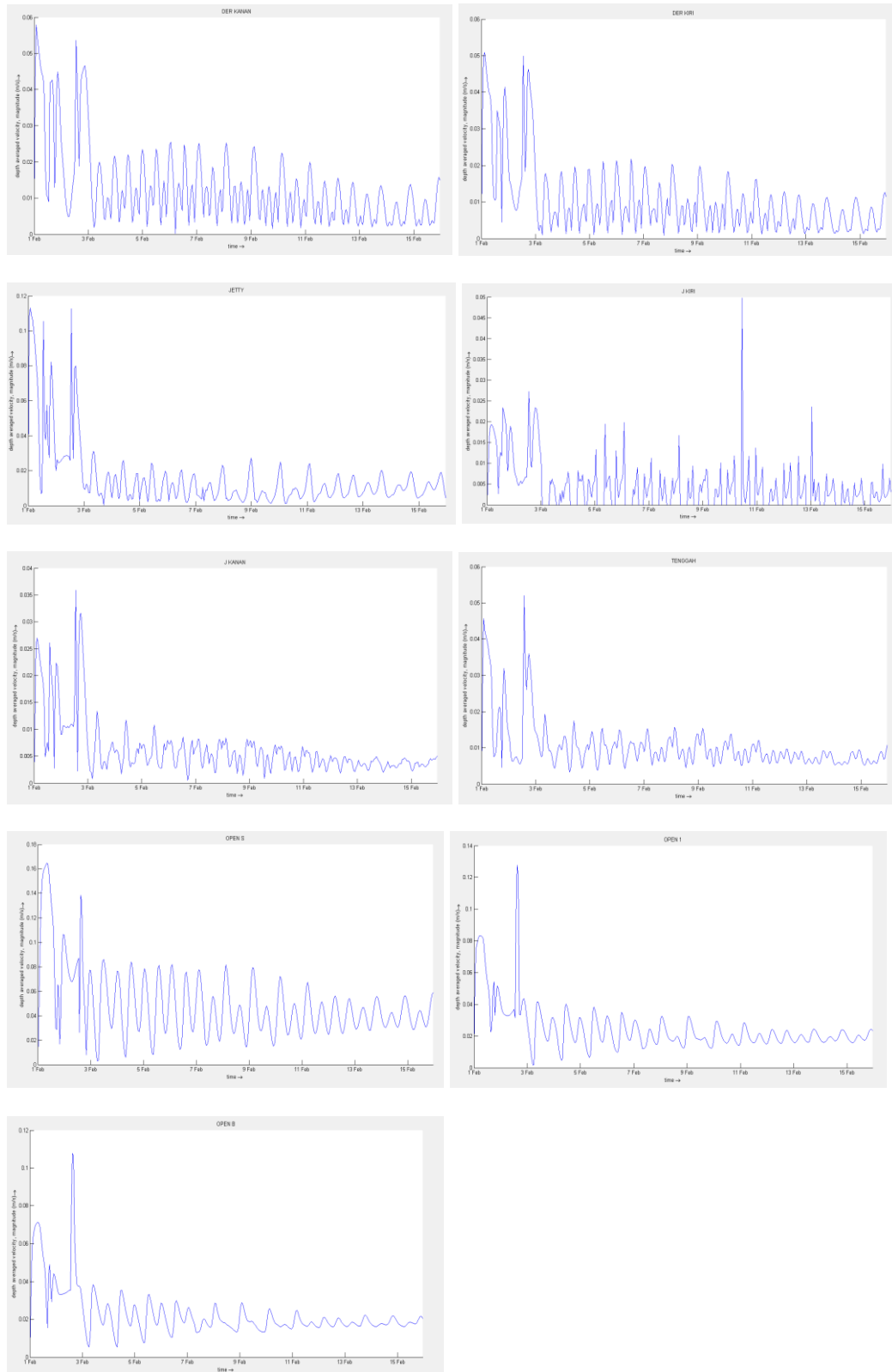


**LAMPIRAN E**  
**GRAFIK ARUS KONDISI EKSISTING DAN**  
**REKLAMASI**

a. Arus Kondisi Eksisting di 9 Titik Observasi



## b. Arus Kondisi Reklamasi di 9 Titik Observasi



## BIODATA PENULIS



Lisa Jerry Saraswati lahir di Tuban, 28 Maret 1995. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis memulai jenjang pendidikan formalnya di SDN Kebonsari 1 Tuban, dilanjutkan ke jenjang sekolah menengah pertama di SMPN 1 Tuban dan lulus dari SMAN 1 Tuban pada tahun 2014. Setelah lulus sekolah menengah atas, penulis memutuskan untuk mengikuti SNMPTN memilih Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Surabaya dan kemudian diterima di salah satu jurusannya yaitu Departemen Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan. Selama menjalani masa perkuliahan, penulis aktif mengikuti berbagai seminar dan pelatihan, baik yang diadakan oleh institusi pemerintahan, institut maupun fakultas, serta aktif menjadi panitia dalam acara-acara yang diselenggarakan oleh jurusan, fakultas maupun institut. Penulis pernah melakukan kerja praktik di PT. Trans Pacific Petrochemical Indotama. Di akhir masa kuliahnya, penulis mengambil tema tugas akhir mengenai Analisis Dampak Reklamasi PT. Petrokimia terhadap Pola Arus dan Sedimentasi.

*Contact Person:* **lisasubian@gmail.com**